

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Хіміко-технологічний факультет

Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів

«На правах рукопису»
УДК 519.6:675

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Т.В. Бойко

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології**

**на тему: «Розподілені системи моніторингу та керування якості
водних об'єктів»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи ХА-61м

Краєва Катерина Олександрівна _____

Науковий керівник:

Доц. каф КХТП, к.т.н., доц.

Сангінова О.В. _____

Консультант з розділу 2 та 3:

в.о. зав.каф ТНР, В та ЗХТ, к.т.н., доц.,

Толстопадова Н.М. _____

Рецензент:

Завідувач програми «Водопостачання і каналізації департаменту тепло, водо, газу постачання і охорони навколишнього середовища технічного університету Молдови», к.т.н.

Іонець І.Г. _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Хіміко-технологічний факультет

Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології («Комп'ютерно-інтегровані технології сталих хімічних виробничих комплексів»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Т.В.Бойко

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Красвій Катерині Олександрівні

1. Тема дисертації «Розподілені системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів», науковий керівник дисертації Сангінова Ольга Вікторівна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження – комп'ютерні системи підтримання експлуатації водних об'єктів;

4. Вихідні дані - дані для моніторингу водних об'єктів України, показники якості по арсену

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

- проаналізувати літературні джерела за обраною тематикою;
- запропонувати функціональне забезпечення системи моніторингу;
- розробити БД та СУБД ВО та ВП;

- виконати структурну та параметричну ідентифікацію математичних моделей для прогнозування стану ВО;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення розподіленої системи моніторингу;
- виконати випробування розробленої системи та адаптувати її до реальних умов експлуатації ВО.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: електронна презентація;

7. Орієнтовний перелік публікацій 2 статті в наукових журналах, 1 тези;

8. Консультанти розділів дисертації*

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|--|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 2, 3 | Толтопалова Н.М., доц.. каф. ТНР, В та ЗХТ | | |

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|--|--|----------|
| 1 | Розробка календарного плану | 15.09.2016 | |
| 2 | Літературний огляд | 03.03.2017 | |
| 3 | Вибір структури та розробка універсальної комп'ютерно-інтегрованої системи | 17.05.2017 | |
| 4 | Розробка структури бази даних | 13.09.2017 | |
| 5 | Підготовка наукової статті | 10.11.2017 | |
| 6 | Створення алгоритмічного та програмного забезпечення для застосування запропонованої системи | 10.02.2018 | |
| 7 | Підготовка тез доповіді | 01.03.2018 | |
| 8 | Оформлення документації за виконаними дослідженнями | 20.04.2018 | |

Студент

К.О. Краєва

Науковий керівник дисертації

О.В. Сангінова

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

РЕФЕРАТ

атестаційної магістерської дисертації на тему
«Розподілені системи моніторингу та керування якістю водними
об'єктами»

КІБЕРНЕТИКА, ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ,
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА, МОНІТОРИНГ,
ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ВОДНІ РЕСУРСИ, ВОДНИЙ ОБ'ЄКТ,
ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ, БАЗА ДАНИХ, КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА
АРХІТЕКТУРА.

Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (28 найменувань) і 5 додатків. Основний зміст викладено на 95 сторінках друкованого тексту, містить 40 рисунків, 2 таблиць. Загальний обсяг дисертації 130 сторінок.

Об'єкт – комп'ютерні системи підтримання експлуатації водних об'єктів

Мета – розробити структуру та принципи побудови розподіленої системи моніторингу та керування водними об'єктами.

Взаємозв'язок з іншими роботами.

Науково-дослідницька робота була проведена сумісно з Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук УКРАЇНИ».

Наукова новизна результатів. Розроблено нову програму візуалізації для моніторингу водних об'єктів, яка на відміну від існуючих, дозволяє централізовано зберігати дані, що надходять з різних джерел отримання даних про стан водного об'єкта, надає можливість оперативного віддаленого доступу та надає аналіз даних, а також дає змогу формувати звіти по даним, що зберігаються в базі

системи. Розроблені алгоритми обробки даних в інформаційній системі.

Створена структура бази даних, що специфікує роботу універсальної комп'ютерно-інтегрованої системи для моніторингу водних об'єктів.

Розроблені алгоритми для аналізу якісних показників води.

Сфера застосування.

Розроблена структура комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу та аналізу якості водних об'єктів, реалізована база даних для моніторингу водних об'єктів.

РЕФЕРАТ

аттестационной магистерской диссертации на тему
«Распределенные системы мониторинга и управления качества
водными объектами»

КИБЕРНЕТИКА, ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМА, МОНИТОРИНГ,
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА, ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ВОДНЫХ
ОБЪЕКТОВ, ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, БАЗА ДАННЫХ, КЛИЕНТ-
СЕРВЕР.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников (28 наименований) и 5 приложений. Основное содержание изложено на 95 страницах печатного текста, содержит 40 рисунков, 2 таблиц. Общий объем диссертации 130 страниц.

Объект - компьютерные системы поддержания эксплуатации водных объектов

Цель - разработать структуру и принципы построения распределенной системы мониторинга и управления водными объектами.

Взаимосвязь с другими работами.

Научно-исследовательская работа была проведена совместно с Государственное учреждение «Институт геохимии окружающей среды Национальной академии наук УКРАИНА».

Научная новизна. Разработана новая программа визуализации для мониторинга водных объектов, которая в отличие от существующих, позволяет централизованно хранить данные, поступающие из различных источников получения данных о состоянии водного объекта, дает возможность оперативного удаленного доступа и предоставляет анализ данных, а также позволяет формировать отчеты по данным, хранящимся в

базе системы. Разработанные алгоритмы обработки данных в информационной системе.

Созданная структура базы данных, специфицирует работу универсальной компьютерно-интегрированной системы для мониторинга водных объектов.

Разработанные алгоритмы для анализа качественных показателей воды.

Сфера применения.

Разработана структура компьютерно-интегрированной системы мониторинга и анализа качества водных объектов, реализована база данных для мониторинга водных объектов.

ABSTRACT

attestation master's dissertation on the topic

"Distributed systems for water quality monitoring and management"

CIBERNETICS, CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES, COMPUTER-INTEGRATED SYSTEM, MONITORING, QUALITY INDICES, WATER RESOURCES, WATER OBJECTS, KHMARNI CALCULATIONS, DATA BASIS, CLIENT-SERVER ARCHITECTURE.

Thesis consists of introduction, 4 sections, conclusions, list of used sources (28 names) and 5 applications. The main content is set out in 95 pages of the printed text, containing 40 figures, 2 tables. Total volume of dissertation 130 pages.

The object - computer systems for maintaining the operation of water objects

The purpose is to develop the structure and principles of constructing a distributed monitoring and management system for water objects.

Interconnection with other works.

The research work was carried out jointly with the State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine".

Scientific novelty of the results. A new visualization program for monitoring water objects has been developed, which, unlike existing ones, allows centralized storage of data from different sources for obtaining data on the status of a water object, provides an opportunity for operative remote access and provides data analysis, and also allows generate reports on data stored in the database system. The algorithms of data processing in the information system are developed.

A database structure has been created that specifies the work of a universal computer-integrated system for monitoring water objects.

The algorithms for the analysis of water quality parameters are developed.

Scope of application.

The structure of the computer-integrated system of monitoring and analysis of the quality of water objects is developed, a database for monitoring water objects is implemented.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Перелік умовних значень..... | 13 |
| Вступ..... | 14 |
| 1 Аналіз та інтерпретація якості води у процесі моніторингу якості водних об'єктів..... | 18 |
| 1.1 Показники якості води та методи їх аналізу..... | 21 |
| 1.2 Особливості показників якості водних об'єктів для Євросоюзу та України..... | 23 |
| 1.3 Водні послуги..... | 24 |
| 1.4 Шкідливий вплив важких металів..... | 25 |
| 1.5 Моніторинг водних об'єктів..... | 27 |
| 1.6 Розподілені системи моніторингу..... | 29 |
| 1.7 Особливості обробка показників якості водних об'єктів..... | 31 |
| 1.8 Хмарні сервіси та можливості їх використання для задач аналізу якості води..... | 32 |
| 1.9 Обґрунтування вибору типу та архітектури інформаційної системи..... | 39 |
| 1.10 Постановка задачі магістерської дисертації..... | 43 |
| 1.11 Висновки до розділу 1..... | 45 |
| 2 Моделювання процесу стану водних об'єктів під впливом арсену..... | 47 |
| 2.1 Експериментально – динамічне моделювання процесу..... | 47 |
| 2.2 Розв'язок моделі методом Рунге-Кутта..... | 50 |
| 2.3 Висновок до розділу 2..... | 52 |
| 3 Структура та принципи побудови системи керування водних об'єктів..... | 53 |
| 3.2 Вибір та проектування структури розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів..... | 53 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | Структура та принципи побудови розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів..... | 55 |
| 3.4 | Налаштування бази даних | 62 |
| 3.5 | Розробка програмного інтерфейсу для роботи з системою..... | 70 |
| 3.6 | Висновок до розділу 3..... | 75 |
| 4 | Програма та методика випробовувань розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів..... | 77 |
| 4.2 | Об'єкт випробувань..... | 77 |
| 4.2.1 | Найменування системи..... | 77 |
| 4.1.2 | Область застосування системи..... | 77 |
| 4.2 | Мета випробувань..... | 78 |
| 4.3 | Загальні положення..... | 78 |
| 4.3.1 | Перелік керівних документів, на підставі яких проводяться випробування..... | 78 |
| 4.3.2 | Місце і тривалість випробувань..... | 79 |
| 4.3.3 | Перелік пропонованих на випробування документів..... | 78 |
| 4.4 | Обсяг випробувань..... | 78 |
| 4.4.1 | Перелік етапів випробувань і перевірок..... | 78 |
| 4.4.2 | Випробування підсистеми використання бази даних водних об'єктів..... | 80 |
| 4.4.3 | Випробування підсистеми структурованих даних про процеси у документах..... | 81 |
| 4.4.4 | Випробування виконання аналізу показників якості водних об'єктів..... | 81 |
| 4.4.5 | Випробування підсистеми інформаційного обміну..... | 82 |
| 4.4.6 | Випробування підсистеми водних послуг..... | 82 |
| 4.5 | Методика проведення випробувань..... | 82 |
| 4.6 | Вимоги з випробувань програмних засобів..... | 91 |

| | |
|---|-----|
| 4.7 Перелік робіт, що проводяться після завершення випробувань..... | 92 |
| 4.8 Умови і порядок проведення випробувань..... | 92 |
| 4.9 Матеріально-технічне забезпечення випробувань..... | 93 |
| 4.10 Метрологічне забезпечення випробувань..... | 93 |
| 4.11 Висновки до розділу 4..... | 93 |
| Висновки..... | 95 |
| Перелік посилань..... | 98 |
| Додатки..... | 100 |
| Додаток А..... | 100 |
| Додаток Б..... | 106 |
| Додаток В..... | 107 |
| Додаток Г..... | 110 |
| Додаток Д..... | 115 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БД – база даних;

БД ВО – база даних водних об'єктів;

БД ВП – база даних водних послуг;

ВО – водний об'єкт;

ВП – водні послуги;

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ДНМО – дослідницькі, недержавні та міжнародні організації;

ЄС – Європейський Союз;

ІМ ВО – інформаційна модель водних об'єктів;

ІС – інформаційні системи;

ОСРЧ – операційні системи реального часу;

ПЗОД – підсистема збору і обробки даних;

СанПіН – санітарні правила;

СУБД – система управління базами даних;

РСК – розподілена система керування.

ВСТУП

Вода є одним з найважливіших елементом в житті людини, джерело всього живого. Вона впливає на всі життєві процеси, що відбуваються в організмі людини, з її допомогою здійснюється більшість реакцій обміну речовин, вона забезпечує безперервний процес відновлення і руйнування живих клітин.

Питної води в природі багато, але ідеально чистої немає, оскільки вода — один з кращих розчинників. Зважені речовини, що містяться в природній воді, впливають на її смак і якість. Крім того, вони служать сприятливим середовищем для розвитку шкідливих бактерій. Прісна вода — одне із найважливіших компонентів усього людства. Наша країна має не значні запаси водних ресурсів, в основному річковий стік. Їх використовують для питної води, рибного господарства та рекреаційних потреб. Проте водні ресурсів на території розподілені вкрай нерівномірно.

Підприємці та звичайні люди ставляться до прісної води зневажливо: скидають різні не очищені стоки до водних об'єктів, в тому числі хімічні і радіоактивні речовини. У всьому світі люди скидають свої стоки, що відіграє роль на умови життя в певних регіонах або у цілій країні. Тому Академія наук України спільно з іншими зацікавленими організаціями розробили комплексну програму, що передбачає значне поліпшення екологічної обстановки в певних регіоні.

Річки, озера, водосховища значною мірою забруднюються промисловими та господарськими відходами, нафтою при перевезенні її в суднах. Стоки нафти, наявність яких пояснюється потребами побуту, містять значну кількість неорганічних і органічних сполук, які потрапивши у водойми можуть викликати небезпечні захворювання.

Основними особами які скидають стічні води, небезпечним за вмістом, є об'єкти промисловості. Застосуванням нових технологічних процесів і сировини викликана поява мало поширених різновидів стічних вод. Насамперед синтетичні поверхнево-активні речовини, широко застосовувані у текстильній, нафтопереробній, хутровій, шкіряній та інших галузях. Стоки, насичені сірчаноокислими, хлористими і азотними солями, непридатні ні для пиття, ні для рибогосподарських потреб чи зрошування, ні для повторного промислового застосування. Небезпечними для життя людини також є важкі метали такі як: арсен, ртуть, марганець, кадмій, цинк і т.д.

Саме тому основним питанням є не лише аналіз якості поточного стану води, а й прогнозування стану джерел водопостачання в перспективі.

Вода являється основною сировиною майже для кожного промислового виробництва, а також на кожному підприємстві вода використовується як для пиття так і для господарських потреб. При цьому слід відмітити, що використання води постійно зростає.

Джерелами водопостачання для задоволення питних і побутових потреб населення та функціонування різноманітних підприємств, установ та організації слугують різні водні об'єкти. Вибір джерел водокористування ґрунтується на основі нормативів якості води і дозволів на водокористування [5, 9]. В залежності від специфіки потреб водовикористання, показники якості, за якими характеризують воду, можуть суттєво відрізнятись. Так, наприклад, вода, що повністю задовольняє вимогам для використання рекреаційних потреб, не може бути використана в якості питної води, згідно санітарно-гігієнічних норм. Відповідно до Водного кодексу України якість води є характеристика властивостей води, що визначає її придатність для конкретного виду водовикористання. Умови життя населення,

стабільність роботи будь-якого виробництва забезпечується при підтримуванні показників якості води на належному рівні. Проте спостерігається суттєва деградація водних ресурсів країни. Вода, що подається для пиття і господарських потреб населення, повинна відповідати санітарним і епідеміологічним вимогам. Для цього розроблено державний стандарт на питну воду, за якістю води встановлено санітарний контроль.

Отже, збір, зберігання та аналіз даних водних об'єктів є важливою задачею. З метою раціонального використання водних ресурсів проводять їх моніторинг.

Як відмічає Всесвітня організація охорони здоров'я, сучасна вода може містити до 13 тисяч потенційно токсичних речовин і щороку до цієї кількості ще додається від 500 до 1000 нових шкідливих речовин. Постійний контроль такої кількості показників є завданням нереальним і дуже дорогим. Для оцінки якості води існують певні показники, які дають можливість встановити відповідність чи невідповідність води певного водного об'єкта вимогам, що висуваються тими чи іншими водокористувачами, та дотримання яких забезпечує здоров'я населення, ефективність заходів з охорони водойм від забруднення, а також сприяє нормальному функціонуванню промисловості [5, 9].

Оцінка якості води є досить трудомістким завданням, оскільки базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пункті контролю якості вод з установленими нормами для кожного показника.

За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні мережею спостережень охоплено понад 170 річок та водосховищ і більше як 20 озер – спостереження здійснюються на 3245 відомчих постах. Крім того, постійний контроль

за якістю зворотних вод, що надходять у водні об'єкти, виконують комунальні та промислові підприємства, які здійснюють очищення стічних вод. Державна гідрометеорологічна служба здійснює спостереження за гідрохімічним станом вод на 374 створах у 240 пунктах спостережень на 151 водному об'єкті. На цій мережі отримують дані з періодичністю відбору проб 4–12 разів на рік за 46 показниками [1, 4, 10, 11].

1 АНАЛІЗ ТА ІНТЕРПРИТАЦІЯ ЯКОСТІ ВОДИ У ПРОЦЕСІ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Актуальність теми використання водних ресурсів дуже значна для нашої країни, оскільки на нашій планеті запасів прісної води мало. Наша країна має значні запаси водних ресурсів, в основному річковий стік, середньорічний обсяг якого становить 4714 км³, тобто 10,5% загального світового стоку річок. Вода використовується не тільки для домашнього господарства але й рибного господарства та рекреації. Отже, необхідність в ефективності використання запасів прісної води є значною для нашої планети.

Основна проблема полягає в тому, що джерела водних ресурсів розкидані по всій території вкрай нерівномірно. Крім того, якість води сильно відрізняється в різних регіонах, багато джерел не можуть бути використані без попередньої обробки [1].

Ефективність водних ресурсів багато в чому залежить від якості стічних вод. Скидання неочищених стічних вод у водойми може зумовити їх забруднення. Різні стоки збільшують каламутність води, надають воді специфічного запаху, кольору. Неочищені побутові стоки містять значну кількість збудників інфекційних захворювань і яєць гельмінтів, що небезпечно для людини. Щоб уникнути усіх негативних факторів, що впливають на водойми, які є джерелом питного і культурно-оздоровчого водокористування, стічні води перед зливом у відкриті водойми необхідно попередньо очистити.

Залежно від ступеня і характеру забруднення промислових вод застосовують механічну, фізико-хімічну, біологічну або термічну очистку. Нині виникло немало об'єктів, обладнаних очисними установками, що забезпечують оборотне водопостачання. Потужність очисних споруд має можливість очищати до 95% стоків. В США існує

Закон про чисту воду (CWA) полягає в досягненні відсутності скидів забруднюючих речовин, або «Zero Liquid Discharge» (ZLD).

Відповідно до Закону про чисту воду (CWA) скидання забруднюючих речовин з точкового джерела (штучне транспортування, таке як труба, канава, цистерна або транспортний засіб) у води США є незаконним, за винятком випадків, передбачених дозволом [2].

Деякі потоки відходів, такі як муніципальні стічні води і деякі потоки промислових відходів, по суті, можуть бути перероблені на 100%, але ці концепції потребують технічної здійсненності, витрат і нормативних вимог.

ZLD технології, як правило, прагнуть виключити злив рідких стоків в цілому. Однак деякі технології в поєднанні з відповідним передочищенням забезпечать видалення рідини і утворення сухих або висококонцентрованих відходів, здатних розкладатися в природних умовах.

Наприклад, охолоджуючі води, що використовуються для продувки градирні, можуть направлятися для випаровування в ставках для досягнення повного оборотного циклу. У випадку, коли це можна застосувати, зворотний осмос із випарниками і кристалізаторами може працювати без витоку рідини і повертати воду для повторного використання [2].

Наприклад, в нашій країні запровадили нові технології на Харківщині, де виробляють каустичну соду, хлор, пластмаси, засоби захисту рослин, миючі засоби тощо. Нові технології виконують не тільки санітарні, а й виробничі функції, готуючи воду до послідовного використання при різних процесах [1].

Згідно Водно рамкової директива, або Директива 2000/60/ЕС, яка встановлює основні (рамкові) положення для досягнення країнами ЄС доброї якості води у їхніх водоймах до 2015 року. Цей документом є

основним у галузі водної політики ЄС. Об'єктом спрямованих дій директиви є всі поверхневі, підземні, перехідні та прибережні води у межах кожного річкового басейну [3].

На жаль, Україна, на даний момент не досягнула доброї якості води згідно Директива 2000/60/ЕС. На відміну від Франції, де скидання стічних вод дозволено тільки вище по течії річки від підприємства та забір води нижче по течії для того щоб підприємство якісно проводила очистку стічної води, в нашій країні навпаки скидання стічної води відбувається нижче і не добросовісні підприємці можуть скидати не очищену воду.

Українські підприємства та міста використовують водні ресурси, в той же час, очищення стічних вод є недостатніми по всій території України. На рис. 1.1 показана карта даних якості води по всій Україні [4].



Рисунок 1.1 – Карта якості води України

Як можна бачити з рис. 1.1, значна кількість забруднення водойм зумовлена недостатнім очищенням стічних вод, які скидаються в водойми. При цьому в Україні систематично здійснює заходи з охорони водних ресурсів від забруднення. Відповідні кошти витрачаються на створення умов, що сприяють чистих річок, озер і водосховищ. Ці витрати складають лише соціально-економічні результати, спрямовані на реалізацію надзвичайно важливу функцію: для поліпшення якості води

[4].

Отримання даних про якість води дає нам змогу зрозуміти: якість води в даному джерелі водопостачання задовольняє вимоги споживача і дане джерело придатне для подальшого застосування чи якість води незадовільна і потрібно змінити джерело водопостачання. Але реальна картина полягає в тому, що багато промислових об'єктів водокористування, такі як АЕ, заводи по виготовленню соди і т.д., зазвичай споруджують біля річок місцевого водного басейну.

Проблема якості води ніколи не була легким питанням. Кожен день якість води погіршується в усьому світі. Застосування нових технологій і матеріалів ускладнюють очистку стічних вод.

Важливим питанням при очищенні стічної води є забрудненість води важкими металами. Найнебезпечнішими металами вважаються арсен, ртуть, свинець, хром, марганець, кадмій, кобальт, нікель.

Крім того, ці стічні води не придатні для повторного використання і вимагають складної очистки.

Таким чином, актуальність моніторингу та керування якістю водними об'єктами досить висока. Проблеми якості води зачіпає всі аспекти життя, і мати данні про поточний і майбутній стан водних об'єктів є дуже важливим не лише для України, а й для усього світу.

1.1 Показники якості води та методи їх аналізу

Для створення розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів треба визначити показники якості. Показники якості будуть визначені для питної води, рибного господарства та рекреаційні потреби.

Показники якості води поділяються на 3 групи. Для вод, що використовується для задоволення питних, господарсько-побутових і

рекреаційних потреб, при нормуванні якості встановлюються ГДК шкідливих речовин. Різниця полягає у допустимій нормі концентрації для певного виду води [5].

1. Показники епідемічної безпеки питної води (загалом 11 показників):

- мікробіологічні показники;
- паразитологічні показники.

2. Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води (64 показника):

- органолептичні показники;
- фізико-хімічні показники (неорганічні компоненти, органічні компоненти);
- санітарно-токсикологічні показники (неорганічні компоненти, органічні компоненти, інтегральний показник).

3. Показники питомої сумарної альфа- і бета-активності питної води (8 показників):

- сумарна альфа-активність;
- сумарна бета-активність;
- сумарна активність суміші ізотопів U, Ra (226), Ra (228), Rn (222), Cs (137), Sr (90) [5].

Гігієнічні нормативи регламентують якість води в зонах рекреації з органолептичних, хімічних і бактеріологічних показників. Зокрема, нормами вимагається відсутність на поверхні води плаваючих плівок, плям мінеральних масел і накопичень інших домішок; сторонні запахи і присмаки води не повинні перевищувати двох балів; забарвлення води не повинно вбачатися в стовпчику 10 сантиметрів. Нормуються у воді також концентрація водневих іонів, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, токсичні хімічні речовини і бактеріальне забруднення [12].

1.2 Особливості показників якості водних об'єктів для Євросоюзу та України

На територію України в середньому щорічно надходить 377 км³ (625 мм) атмосферних опадів. З них 52,4 км³ (86,8 мм) перетворюється в річковий стік. Значна частина вологи витрачається на випаровування та інфільтрацію. Розподіл елементів водного балансу по території неоднаковий [13].

Основна характеристика водних ресурсів — середня багаторічна величина річного стоку. У поширенні цього показника на рівнинній частині України зональність простежується найбільш чітко на півдні. Величини середнього річного стоку зменшується з півночі на південь від 100 до 5 мм. Відхилення від зональних показників стоку характерні для Подільської, Придніпровської, Донецької і Приазовської височин. В Українських Карпатах і Кримських горах показники стоку закономірно збільшуються з висотою відповідно від 400 до 1000 м і від 100 до 500.

Потенційні водні ресурси України (об'єм середньорічного стоку) оцінюються в 209,8 км³. З них лише 25 % формується в межах нашої держави і є її власним фондом. Транзитний стік тільки частково використовується для господарських потреб. Співвідношення об'ємів місцевого і транзитного стоку в різних адміністративних областях неоднакове. Територією України водні ресурси розподіляються нерівномірно. Близько 60 % їх припадає на річки басейну Дунаю, де потреба в них незначна. А найменші об'єкти водних ресурсів припадають на території, де вони вкрай необхідні у великих кількостях: Автономна Республіка Крим, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Херсонська, Миколаївська, Одеська області [13].

З 23 жовтня 2000 року Україна підписала двосторонню угоду про партнерство та співпрацю з Європейським Союзом. Для забезпечення умов двосторонньої співпраці вона повинна змінити своє водне

законодавство, забезпечити відображення принципів та вимог Директиви Європейського Союзу, які стосуються водного сектору, зокрема Водно Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЕС [3].

В Україні створена відповідальна законодавча база для забезпечення охорони навколишнього середовища у тому числі і водних ресурсів, яка складається з законів, рішень, методологій, наказів та інших нормативно-правових актів. Найголовнішим з точки зору встановлення основних принципів державної політики щодо захисту та управління водними ресурсами є Закон України «Водний Кодекс України» (1995) [14].

На території України якість води у водних об'єктах повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам (СанПіН) затверджені Міністерством охорони здоров'я України від 2010 року [5].

Нормативи якості України і ЄС представлені у додатку А.

1.3 Водні послуги

Водні послуги - усі послуги, що надаються для домашніх господарств, громадських інституцій, або для будь-якої господарської діяльності :

- забирання води з поверхневих, або підземних водних об'єктів, її накопичення, зберігання, обробка та розподіл;
- збирання і обробка стічної води, яку потім скидають у поверхневі води.

Дуже важливим постає питання водних послуг в Україні. Часто постає питання хто повинен надавати ці послуги? Іноді державні установи не справляються і треба шукати підприємства, які можуть надати ці послуги. Розподілена система моніторингу та керування якістю водних об'єктів буде допомагати вирішити це питання.

1.4 Шкідливий вплив важких металів

Одним з найсильніших за дією і найбільш поширеним хімічним забрудненням є забруднення навколишнього середовища важкими металами. Важкі метали, потрапляючи в організм, залишаються там назавжди, вивести їх можна тільки за допомогою білків молока. Досягаючи певної концентрації в організмі, вони починають своє згубний вплив - викликають отруєння, мутації. Крім того, що самі вони отруюють організм людини, вони ще й чисто механічно засмічують його - іони важких металів осідають на стінках найтонших систем організму і засмічують ниркові канали, канали печінки, таким чином, знижуючи фільтраційну здатність цих органів. Відповідно, це призводить до накопичення токсинів і продуктів життєдіяльності клітин нашого організму, тобто самоотруєння організму, тому що саме печінку відповідає за переробку отруйних речовин, що потрапляють в наш організм, і продуктів життєдіяльності організму, а нирки - за їх виведення з організму. Джерела надходження важких металів діляться на природні (вивітрювання гірських порід і мінералів, ерозійні процеси, вулканічна діяльність) і техногенні (видобуток і переробка корисних копалин, спалювання палива, рух транспорту, діяльність сільського господарства) [15].

Крім того, важкі метали мають високу здатність до різноманітних хімічних, фізико-хімічних і біологічних реакцій. Багато з них мають змінну валентність і беруть участь в окисно-відновних процесах. Важкі метали та їх сполуки, як і інші хімічні сполуки, здатні переміщатися і перерозподілятися в середовищах життя, тобто мігрувати. Міграція сполук важких металів відбувається в значній мірі у вигляді органо-мінеральної складової. Частина органічних сполук, з якими зв'язуються

метали, представлена продуктами мікробіологічної діяльності. Ртуть характеризується здатністю акумулюватися в ланках «харчового ланцюга». Мікроорганізми ґрунту можуть давати стійкі до ртуті популяції, які перетворюють металеву ртуть в токсичні для вищих організмів речовини. Деякі водорості, гриби і бактерії здатні акумулювати ртуть у клітках.

Різні поверхневі води по-різному пов'язують іони важких металів, виявляючи при цьому різну буферну ємність. Води південних озер, річок, водойм, які мають великий набір природних компонентів (гумусові речовини, гумінові кислоти та фульвокислоти) та їх високу концентрацію, здатні до більш ефективної природної детоксикації в порівнянні з водами водойм Півночі і помірної смуги. Тому токсичність вод, в яких опинилися забруднювачі, залежить і від кліматичних умов природної зони. Слід зазначити, що буферна ємність поверхневих вод по відношенню до металів-токсикантів визначається не тільки наявністю розчиненої органічної речовини і суспензій, але і аккумуляючої здатністю гідробіонтів, а також кінетикою поглинання іонів металів всіма компонентами екосистеми, включаючи комплексне утворення з розчиненими органічними речовинами. Все це говорить про складність процесів, що протікають в поверхневих водах при попаданні в них металів-забруднювачів [15].

Одним із небезпечних металів є арсен.

Арсен - це забруднююча речовина підземних вод, яке можна знайти в багатьох регіонах світу. За своєю кількістю в земній корі він знаходиться на 20 місці, а за кількістю в тілі людини - на 12. Не маючи смаку і запаху, арсен широко використовується в якості просочувального складу для деревини та отрути для знищення бур'янів, щурів і комах [15].

Навіть в малих концентраціях він токсичний для людей. Однак розчинність арсену у воді настільки мала, що його присутність у воді

зазвичай пов'язане з розробкою родовищ або з металургійними процесами в районі водоскиду; крім того, арсен може потрапити в воду разом з поверхневими стоками з сільськогосподарських площ, на яких в якості промислових отрут використовувалися речовини, що містять арсен.

Миш'як може існувати у воді в двох формах: тривалентний миш'як, відомий як As^{3+} , і п'ятивалентного миш'як, відомий як As^{5+} . Обидві ці форми можна видалити за допомогою відповідних методів очищення - адсорбції, тонного обміну, зворотного осмосу і ін.

У колоїдному стані арсен може бути видалений в процесі звичайних операцій з очищення води. Згідно СанПіН нормам загальний вміст миш'яку у воді систем господарсько-побутового водопостачання не повинно перевищувати 50 мкг/дм^3 . Якщо ця речовина органічного походження, то його можна видалити шляхом окислення органічної речовини з подальшою коагуляцією або шляхом адсорбції, наприклад, гранульованим активованим вугіллям [5].

Отруєна миш'яком вода - це проблема, яка стосується багатьох країн. За оцінками Світового банку 2005 року, 65 мільйонів людей в південно-східній Азії страждає від проблем зі здоров'ям, викликаним отруєнням миш'яком питної води.

1.5 Моніторинг водних об'єктів

Зміни у навколишньому природному середовищі відбуваються під впливом природних і антропогенних (зумовлених діяльністю людини) біосферних факторів. Пізнання цих змін неможливе без виокремлення антропогенних процесів на фоні природних, для чого й організовують спеціальні спостереження за різноманітними параметрами біосфери, які змінюються внаслідок людської діяльності. Саме у спостереженні за

довкіллям, оцінюванні його фактичного стану , прогнозуванні його розвитку полягає сутність моніторингу.

Моніторинг ВО - це система спостережень за станом ВО, його забрудненням, а також оцінка і прогноз стану водних об'єктів (контроль, аналіз, висновки) [16].

В даний час в багатьох містах промислово розвинених країн створюється мережа пунктів спостереження (моніторингу) за забрудненням ВО. За останнє десятиліття дана система отримала значне розширення і розвиток. Збільшилося число міст, в яких ведеться контроль за забрудненням повітря, число пунктів спостережень в них і спостережуваних інгредієнтів. Розроблені нові методи і технічні засоби вимірів, у тому числі автоматичні прилади і системи контролю. Характерною особливістю розвитку моніторингу є і те, що організацією і вдосконаленням його у ряді країн активно зайнялися метеорологічні відомства. Це дозволило підвищити науково-технічний рівень спостережень, що проводилися, і одночасно з виміром концентрацій шкідливих речовин.

Моніторинг у галузі охорони водних об'єктів проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про рівень забруднення атмосферного повітря, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень [16].

Суб'єктами, які здійснюють моніторинг водних об'єктів, є: Мінприроди України, МНС України, Державна санітарно-епідеміологічна служба МОЗ України, їх органи на місцях, підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану водних об'єктів.

Проведення моніторингу водних об'єктів має на меті отримання: первинних даних контролю за станом забруднення; узагальнених даних про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу; узагальнених даних про склад та обсяги забруднюючих речовин.

Порядок організації та проведення моніторингу затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 20 липня 1995 р. зі змінами, внесеними постановою Кабінету Міністрів від 20 липня 1995 р.

Міністерство природи України здійснює свою діяльність у галузі охорони водних об'єктів спільно з санітарно-епідеміологічною службою МОЗ України та його органами на місцях у частині додержання нормативів екологічної безпеки та інших правил і нормативів, спрямованих на запобігання негативному впливу на здоров'я людей; іншими державними органами, а також органами місцевого самоврядування відповідно до законодавства України.

Місцеві органи державної виконавчої влади контролюють, як виконуються і дотримуються правила по оздоровленню навколишнього середовища, як здійснюється санітарна охорона водних об'єктів. Вони забезпечують проведення заходів щодо охорони навколишнього середовища.

1.6 Розподілені системи моніторингу

Розподілена система керування — автоматизована система керування технологічним процесом, що характеризується побудовою розподіленої системи введення-виведення та децентралізацією обробки даних [17].

Поняття «розподілена система керування» (РСК) має на увазі систему, що відповідає за контроль і візуалізацію промислових процесів, що мають загальну базу даних для управління та візуалізації (на відміну

від систем, побудованих на основі SCADA). Спільна база елементів системи керування забезпечує унікальність їх опису у системі РСК. Це означає, що якщо призначити датчику тиску ім'я 110_DT-31, це буде його унікальна назва, яка використовуватиметься, як в системі візуалізації, так і в прикладному програмному забезпеченні, більше того, неможливо буде призначити таке ім'я, іншому елементу. Причиною появи таких систем була потреба забезпечення комп'ютерного керування роботою та налаштуванням аналогових регуляторів.

Крім того, контролери повноцінної РСК повинні базуватись на операційних системах реального часу (ОСРЧ), які забезпечують в реальному часі виконання всіх запланованих операцій (програма не може бути припинена, навіть якщо програміст зробить помилку).

Додаткові риси РСК це:

- програмування з використання попередньо визначених функціональних блоків;
- ведення на інженерній станції поточної документації для всієї РСК;
- тривале зберігання хроніки подій (навіть роками);
- надлишковість (з підтримкою реплікації) компонентів, таких як контролери, засоби вводу-виводу, робочі станції;
- можливість завантаження та внесення змін в програмне забезпечення без зупинки системи (процесу);
- ефективне обслуговування дуже великих об'єктів (до 50000 входів/виходів);
- можливість одночасного програмування з декількох робочих станцій;
- можливість підключення різних типів вимірювальних перетворювачів та реалізації різних комунікаційних стандартів.

1.7 Особливості обробка показників якості водних об'єктів

Для того щоб можна було керувати об'єктами треба створити базу даних в якій будуть основні показники якості води. Для користування БД користувачу потрібно знати мову запитів SQL на рівні досвідченого користувача. Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи має насамперед спрямовуватись на усунення цих проблем.

Для виконання якісного аналізу стану водних об'єктів необхідно виконувати обробку значних масивів даних. Лише тільки зберігання інформації про показники якості певного джерела водопостачання потребує великих об'ємів фізичної пам'яті, не кажучи вже про виконання найпростіший операцій обробки цих даних. Все це зумовлює необхідність використання технічних засобів середньої та великої потужності, а саме комп'ютерної техніки з великим об'ємом постійної та оперативної пам'яті, високою тактовою частотою роботи процесора та ін.

Вирішенням є перенесення обчислювальних потужностей в спеціальний технічний центр, який являє собою потужний сервер зі значним обсягом жорсткого диску для зберігання та резервування даних, та з високими обчислювальними потужностями для виконання операцій з обробки інформації про стан джерел водопостачання. При цьому для користувача достатньо встановити комп'ютер до якого підключений Internet- та працювати в якості клієнтської станції. Зазвичай такі комп'ютери значно дешевші, ніж сервер, а їх програмне середовище дає змогу підтримувати клієнтську станцію в належному для роботи стані без залучення спеціалістів в галузі комп'ютерної техніки.

Іншим не менш важливим завданням є обробка та отримання результатів за даними, що зберігаються в базі. Виконання цього завдання пов'язане з застосуванням SQL-запитів для отримання певних вибірок даних та конкретних їх значень.

Часто спеціалісти з якості не володіють мовами запитів. В такому разі зростає потреба в розробці програми, яка дає змогу створювати запити зрозумілим користувачу способом і зв'язувати запити з БД. Це є дуже важливим завданням, так як просто зберігати інформацію без можливості подальшої її обробки немає сенсу з огляду на основну мету аналізу якості стану водних об'єктів.

Тому при проектуванні розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів велику увагу слід приділити саме розробці інтерфейсу, який дає змогу користувачу без знань мови SQL опрацьовувати інформацію, наявну в базі даних. Це досягається саме розробкою програми користувацьких запитів на мову SQL.

Як згадувалось раніше, одним з результатів роботи з показниками якості води є висновок про придатність води для подальшого використання.

Також відомо, що числова та текстова інформація сприймається гірше, ніж візуальна. Тому у програмі за допомогою кольорів буде робитися висновок, чи відповідає показник нормі

Отже, проектування програми з урахуванням аналізу наведених вище труднощів, з якими стикаються при визначенні якості води, дає змогу створити надійний та зручний інструмент обробки даних. Аналіз існуючих комп'ютерно-інтегрованих систем для оцінки якості води

На сьогоднішній день вже існують досить потужні системи для автоматизації аналізу якості води. Розглянемо систему WEAP.

Система WEAP

Water Evaluation And Planning (WEAP) - Планування та оцінка водних ресурсів) являє собою комп'ютерну систему, орієнтовану на широке коло користувачів, і використовує інтегрований підхід до планування водних ресурсів. WEAP є комп'ютерною системою для інтегрованого планування водних ресурсів і надання допомоги

кваліфікованим фахівцям. WEAP володіє виразним, гнучким і дружній до користувача середовищем управління водними ресурсами та аналізу результатів. Зростаюче число професіоналів знаходить WEAP корисним доповненням до їх набору моделей, баз даних, електронних таблиць та іншого програмного забезпечення комп'ютерів [4].

Можливості системи WEAP. Управління водними ресурсами привертає все більшу увагу громадськості. Розподіл обмежених водних ресурсів для сільськогосподарського, комунального користування поряд з питаннями довкілля тепер вимагає повного взаємного обліку наявності води, потреб у воді, якості води та інших екологічних характеристик води. Система планування та оцінки водних ресурсів, або WEAP, ставить своїм завданням об'єднати вищеперелічені аспекти в практичну, просту модель для інтегрованого планування водних ресурсів. WEAP розроблений в Stockholm Environment Institute's US Center [6].

Особливості системи WEAP:

- інтегрований підхід: застосовується унікальний підхід для здійснення інтегрованих заходів щодо управління водними ресурсами.

- залучення зацікавлених осіб: прозора, зрозуміла структура програмного забезпечення привертає різних користувачів своєю відкритістю.

- Водний Баланс: база даних забезпечує розрахунки водних балансів, підтримуючи баланс маси при розрахунку переміщення води від джерел до споживачів по зв'язках-дугам в архітектурі річкової мережі.

- імітаційні можливості: виробляються обчислення з урахуванням вимог до води, надходжень води в річкову мережу, руху води, фільтрування води, меліоративних норм під конкретні культури, витрачання води і її накопичення, освіти забруднень, очищення, зміни якості води при різних гідрологічних сценаріях і політики в управлінні

водою.

- різнобічність сценаріїв: враховується повний спектр можливостей в управлінні водою, береться в розрахунок багатоцільове використання води.
- дружній інтерфейс: графічний: інтерфейс з опцією "drag and drop", що імітує графічний інтерфейс водної системи, дозволяє легко створювати моделі, змінювати моделі і вихідні дані, отримувати результати у вигляді карт, графіків і таблиць.
- модель інтеграції: підтримує ряд моделей та інших програмних продуктів, таких як QUAL2K, MODFLOW, MODPATH, PEST, Excel і GAMS [6].

WEAP заснований на базових принципах водного балансу і може бути застосований до комунальних та сільськогосподарських систем, одиничним вододілам або до транскордонних річковим систем.

Більше того, WEAP може імітувати широкий спектр природних і штучно створених особливостей цих систем, а також дощової відтік, основний потік, накопичення і розвантаження запасів підземних вод від опадів; внутрісекторний аналіз вимог водоспоживачів; водозбереження; водний кодекс правил і задані пріоритети, режим регулювання водосховищ; генерацію електроенергії; рух забруднень і якість води; визначення стійкості і вимоги екологічних систем. Модуль фінансового аналізу дозволяє користувачеві проводити розрахунок співвідношення доходів до витрат шляхом порівняння різних проектів.

Система дозволяє оцінювати різні типи джерел (таких як річки, струмки, підземні води, озера і водосховища, опріснюючі станції), відведення води в очисні споруди; враховувати вимоги на воду, освіта забруднень і екологію водних об'єктів. Структура даних і рівень деталізації можуть бути легко змінені під вимоги і наявність даних для кожного окремого випадку та аналізу [6].

Робота з WEAP в основному включає кілька кроків:

- - попереднє визначення: проміжок часу, просторові межі, компоненти системи, конфігурація поставленої проблеми.
- поточні розрахунки: огляд реальних вимог на воду, кількість і якість забруднень, характеристика ресурсів і джерел для досліджуваної системи. Все це може бути розглянуто як калібрувальні установки до побудови додатка, що імітує поведінку розрахункового об'єкта.
- сценарії: установка декількох альтернативних варіантів майбутньої політики управління, цін і клімату. Вона може зачіпати, наприклад: умови водних факторів, водопостачання, гідрологію і забруднення.
- розрахунки: сценарії можуть бути створені з урахуванням водного достатності, цін і доходу. Вони можуть бути співвіднесені з вимогами навколишнього середовища і чутливістю до невизначеності у вхідних даних [6].

Приклади аналізу сценаріїв з допомогою WEAP

Аналіз сценаріїв є головною особливістю WEAP. Сценарії використовуються для вивчення моделі з величезним діапазоном "що, якщо":

- що, якщо відбудеться зростання населення і зміняться економічні характеристики?
- що, якщо зміняться правила регулювання стоку водосховищами?
- що, якщо ґрунтові води будуть використовуватися в більшому обсязі?
- що, якщо будуть застосовані водозберігаючі технології?
- що, якщо вимоги до навколишнього середовища будуть посилюватися, стануть більш жорсткими?

- що, якщо будуть використані заходи щодо запобігання надходження поверхневих вод у підземні водні горизонти?
 - що, якщо будуть застосовані програми багаторазового використання води?
 - що, якщо будуть застосовані більш ефективні технології в іригації?
 - що, якщо буде проведена зміна сільськогосподарських культур?
 - що, якщо кліматичні зміни будуть впливати на надходження і споживання води?
 - як забруднення в верхній частині ріки впливають на якість води в нижній течії?
 - як зміна у землекористуванні буде впливати на річковий стік?
- [6]

Доступ до програми моделювання WEAP

Стокгольмський Інститут Навколишнього Середовища - головна організація з розробки WEAP. Гідрологічним інженерним центром USArmy Corps of Engineers були профінансовані значні вдосконалення програми. Величезна кількість організацій, включаю UN, Світовий Банк, USAID, US EPA, IWMI, Water Research Foundation (раніше AwwaRF) і Глобальний фонд інфраструктури Японії, затримують розвиток проекту WEAP. Оскільки WEAP була застосована для оцінки водних ресурсів у десятках країн, то існує список активних користувачів з різних країн, які могли б бути корисні для здійснення консультацій.

Програма моделювання може бути завантажена з сайту www.WEAP21.org. Для роботи з програмою потрібно пароль розширеного користування, який може бути отриманий безкоштовно громадянами окремих країн [6].

1.8 Хмарні сервіси та можливості їх використання для задач аналізу якості води

Хмарні обчислення - це модель надання зручного мережевого доступу в режимі «на вимогу» до колективно використовуваного набору налаштовуваних обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, сховищ даних, додатків та/або сервісів), які користувач може оперативно задіяти під свої завдання і вивільняти при зведенні до мінімуму числа взаємодій з постачальником послуги або власних управлінських зусиль. Ця модель спрямована на підвищення доступності обчислювальних ресурсів і дає можливість виконувати розрахунки, що потребують потужних технічних ресурсів у віддаленому режимі.

Ринкова частка хмарних сервісів і платформ постійно зростає завдяки ряду переваг для звичайних користувачів і організацій. В останні роки все більше компаній, які займаються розробкою інформаційних систем обчислення, орієнтуються на подальший розвиток саме в сфері хмарних сервісів. Це надає можливість вибору найбільш оптимального рішення для конкретних цілей кінцевого користувача хмарних сервісів.

Тому застосування хмарних технологій дає можливість виконувати аналіз якості води в лабораторних умовах, коли обчислювальні можливості наявного в лабораторії обладнання обмежені [7].

Перевагами використання хмарних сервісів є наступні:

- при використанні хмарних обчислень, споживачі інформаційних технологій можуть істотно знизити капітальні витрати на побудову центрів обробки даних, закупівлю серверного та мережевого обладнання, апаратних і програмних рішень щодо забезпечення безперервності і працездатності так як ці витрати поглинаються провайдером хмарних послуг.

- можливість гнучкого налаштування обчислювального

середовища відповідно до поставлених задач. Тривалий час побудови та введення в експлуатацію великих об'єктів інфраструктури інформаційних технологій та висока їх початкова вартість обмежують можливість гнучко реагувати на потреби ринку, тоді як хмарні технології забезпечують можливість практично миттєво реагувати на збільшення попиту на обчислювальні потужності.

- раціональна оплата послуг, або як її називають «плата за використання». Зазвичай за одиницю виміру часу роботи приймається хвилина чи година користування ресурсами. При оцінці обсягів даних за одиницю виміру приймається мегабайт, що зберігається. У цьому випадку користувач оплачує рівно той обсяг ресурсів, який їм реально використовувався протягом певного часу.

- швидке надання послуг та доступ до ресурсів в будь-якому місці і в будь-який час.

Недоліки використання хмарних сервісів:

- проблема безпеки даних.
- хмарні обчислення висувають високі вимоги до якості каналів зв'язку, які гарантують повсюдний якісний доступ в Інтернет.
- проблема створення неконтрольованих даних, коли інформація, залишена користувачем, буде зберігатися роками, або без його відома.

Не зважаючи на вказані недоліки, багато експертів вважають, що переваги і зручності переважають можливі ризики використання подібних сервісів.

Для використання хмарних сервісів в розподіленій системі моніторингу та керування якістю водних об'єктів можна піти двома шляхами: використати один з вже існуючих хмарних сервісів або створити власну модель хмарних обчислень.

1.9 Обґрунтування вибору типу та архітектури інформаційної системи

Інформаційною називається система, призначена для зберігання, пошуку і обробки інформації в сукупності з людськими та технічними ресурсами. Інформаційна система призначена для своєчасного забезпечення спеціалістів належною інформацією, тобто для задоволення конкретних інформаційних потреб в рамках певної предметної області, при цьому результатом функціонування інформаційних систем є інформаційна продукція - документи, інформаційні масиви, бази даних та інформаційні послуги [7].

На сьогодні головним технічним інструментом обробки інформації є персональний комп'ютер. Більшість сучасних інформаційних систем слугують для обробки і перетворення не інформації, а даних. Тому часто їх називають системами обробки даних.

В основу будь-якої інформаційної системи покладено три принципи:

- принцип інтеграції;
- принцип системності;
- принцип комплексності.

Принцип інтеграції полягає в тому, що оброблювані дані, одного разу введені в систему, багаторазово використовуються для вирішення великої кількості завдань.

Принцип системності полягає в обробці даних в різних аспектах, щоб отримати інформацію, необхідну для прийняття рішень на всіх рівнях управління.

Принцип комплексності полягає в механізації і автоматизації процедур перетворення даних на всіх етапах функціонування інформаційної системи.

Поняття інформаційної системи інтерпретують по-різному. Досить широке розуміння інформаційної системи передбачає, що її невід'ємними компонентами є дані, технічне і програмне забезпечення, а також персонал і організаційні заходи.

Серед вчених в галузі інформатики, найбільш широке визначення інформаційної системи дає М. Р. Когаловський, на думку якого в поняття інформаційної системи крім даних, програм, апаратного забезпечення та людських ресурсів слід також включати комунікаційне обладнання, лінгвістичні засоби та інформаційні ресурси, які в сукупності утворюють систему, що забезпечує підтримку динамічної інформаційної моделі для задоволення інформаційних потреб користувачів.

Більш вузьке розуміння інформаційної системи обмежує її склад даними, програмами та апаратним забезпеченням. Інтеграція цих компонентів дозволяє автоматизувати процеси управління інформацією і цілеспрямованої діяльності кінцевих користувачів, спрямованої на отримання, модифікацію і зберігання інформації [8].

У діяльності організації інформаційна система розглядається як програмне забезпечення, що реалізує ділову стратегію організації. При цьому хорошою практикою є створення і розгортання єдиної корпоративної інформаційної системи, що задовольняє інформаційні потреби всіх співробітників, служб і підрозділів організації. Однак на практиці створення такої всеосяжної інформаційної системи занадто складно або навіть неможливо, внаслідок чого на підприємстві зазвичай функціонують кілька різних систем, які вирішують окремі групи завдань: управління виробництвом, фінансово-господарська діяльність, електронний документообіг і т.д. Частина завдань буває «покрита» одночасно декількома інформаційними системами, частина завдань - зовсім не автоматизована. Така ситуація отримала назву «клаптикової автоматизації» і є досить типовою для багатьох підприємств [8].

При класифікації інформаційних систем традиційними є такі класифікаційні ознаки:

- класифікація інформаційних систем за архітектурою;
- за ступенем автоматизації;
- за характером обробки даних;
- за сферою застосування;
- за масштабною.

Розглянемо більш докладніше кожен класифікаційну групу [8]:

1. За ступенем розподіленості (архітектурою) розрізняють:

- настільні (desktop), або локальні інформаційні системи, в яких всі компоненти (БД, СУБД, клієнтські програми) знаходяться на одному комп'ютері;
- розподілені (distributed) інформаційні системи, в яких компоненти розподілені по декількох комп'ютерів.

Розподілені інформаційні системи, в свою чергу, поділяють на:

- файл-серверні інформаційні системи (інформаційні системи з архітектурою «файл-сервер»): база даних знаходиться на файловому сервері, а СУБД і клієнтські програми знаходяться на робочих станціях;
- клієнт-серверні інформаційні системи (інформаційні системи з архітектурою «клієнт-сервер»): база даних і СУБД знаходяться на сервері, а на робочих станціях знаходяться тільки клієнтські програми.

У свою чергу, клієнт-серверні інформаційні системи поділяють на дволанкові і багатоланкові. У дволанкових інформаційних системах всього два типи «ланок»: сервер бази даних, на якому знаходяться БД і СУБД (back - end), і робочі станції, на яких знаходяться клієнтські програми (front-end). Клієнтські програми звертаються до СУБД безпосередньо. У багатоланкових інформаційних системах додаються проміжні «ланки»: сервери додатків (application servers). Призначені для користувача клієнтські програми не звертаються до СУБД безпосередньо,

вони взаємодіють з проміжними ланками. Типовий приклад застосування триланкової архітектури - сучасні веб-додатки, що використовують бази даних. У таких додатках крім ланки СУБД і клієнтської ланки, що виконується в веб -браузері, є як мінімум одна проміжна ланка - веб-сервер з відповідним серверним програмним забезпеченням.

2. За ступенем автоматизації інформаційні системи діляться на:

- автоматизовані: інформаційні системи, в яких автоматизація може бути неповною (тобто потрібне постійне втручання персоналу);
- автоматичні: інформаційні системи, в яких автоматизація є повною, тобто втручання персоналу не потрібно або потрібно тільки епізодично.

«Ручні інформаційні системи» («без комп'ютера») існувати не можуть, оскільки існуючі визначення вказують на обов'язкову наявність в складі інформаційної системи апаратно-програмних засобів. Тому поняття «автоматизована інформаційна система», «комп'ютерна інформаційна система» і просто «інформаційна система» є синонімами [8].

3. За характером обробки даних інформаційні системи діляться на:

- інформаційно-довідкові, або інформаційно-пошукові інформаційні системи, в яких немає складних алгоритмів обробки даних, а метою системи є пошук і видача інформації в зручному вигляді;
- інформаційні системи обробки даних, або вирішальні інформаційні системи, в яких дані піддаються обробці по складним алгоритмам. До таких систем в першу чергу відносять автоматизовані системи управління і системи підтримки прийняття рішень.

4. За сферою застосування. Оскільки інформаційні системи створюються для задоволення інформаційних потреб в рамках конкретної предметної області, то кожної предметної області (сфери застосування)

відповідає свій тип інформаційні системи. Перераховувати всі ці типи не має сенсу, так як кількість предметних областей велика, але можна вказати в якості прикладу наступні типи інформаційних систем:

- економічна інформаційна система - інформаційна система, призначена для виконання функцій управління на підприємстві;
- медична інформаційна система - інформаційна система, призначена для використання в лікувальному або лікувально - профілактичному закладі;
- географічна інформаційна система - інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих даних (просторових даних).

5. За охопленням завдань (масштабності):

- персональна ІС призначена для вирішення певного кола завдань одну людину;
- групова ІС орієнтована на колективне використання інформації членами робочої групи або підрозділу;
- корпоративна ІС автоматизує всі бізнес-процеси цілого підприємства (організації) або їх значну частину [8]: досягаючи їх повної інформаційної узгодженості, беззбитковості і прозорості. Такі системи іноді називають інформаційними системами підприємства і системами комплексної автоматизації підприємства.

1.10 Постановка задачі магістерської дисертації

Проведений аналіз показав, що на сьогоднішній день організації, що займаються питаннями моніторингу якості водних ресурсів України, що не має єдиної платформи. Кожна організація має свою систему зберігання інформації; постійно витрачаються кошти на

підтримку функціонування таких систем та розробку нових кожною організацією окремо.

При цьому доступ до даних однієї організації є обмеженим для інших, і отримання таких даних в оперативному режимі істотно ускладнюється.

Штатні лабораторії часто не мають потужних інструментів аналізу даних і постійного зберігання та обробки даних, тому потрібно розробити універсальну систему з швидким доступом до інформації, що полегшить аналіз.

Проведений аналіз показав, що при розробці такої системи доцільно застосувати технологію хмарних сервісів. Тому метою даної роботи є створення розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів для зберігання, оперативного доступу та подальшого аналізу даних.

Об'єктом дослідження є комп'ютерні системи підтримання експлуатації водних об'єктів.

Предметом досліджень є розподілені системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

1. Провести огляд відомих підходів та методів проектування розподілених систем, які використовуються чи можуть бути використані для створення систем обробки даних якості водних об'єктів та проаналізувати основні проблеми, які виникають під час проектування таких систем з використанням сучасних інформаційних технологій.

2. Розрахувати модель у вигляді диференційного рівняння

забруднення водних об'єктів арсеном, розрахувати диференційне рівняння та зробити прогноз.

3. Спроекувати та розробити універсальну розподілену систему моніторингу, яка дозволить виконувати централізоване зберігання та надаватиме можливість оперативного доступу і подальшого аналізу даних про стан показників водних об'єктів і користування якою не вимагатимуть від оператора спеціальних знань в галузі програмування та сучасних інформаційних технологій.

4. Розробити узагальнену структуру бази даних для роботи з водними об'єктами, показниками та нормами показників для водних об'єктів.

5. Розробити структуру бази даних водних послуг.

6. Створити алгоритмічне та програмне забезпечення для застосування запропонованої розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів.

7. Розробити програму та методику випробування розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів.

1.11 Висновки до розділу 1

Проаналізовані показники, за якими визначається якість водних об'єктів.

Проведений аналіз існуючих інформаційних систем, що використовуються для моніторингу водних об'єктів показав, що на даний момент немає універсальної інформаційної системи, яка задовольнила б потребу централізованого зберігання, оперативного доступу та аналізу даних про якість водних об'єктів. Тому виникає необхідність створення такої інформаційної системи, котра б задовольняла наші вимоги.

Обґрунтовано вибір структуру інформаційної системи, обрано тип

серверу, що забезпечує роботу інформаційної системи відповідно до принципів хмарних технологій.

Показано, що найважливішою складовою для нормального функціонування є база даних, тому проаналізовано особливості побудови та обґрунтований вибір структури бази даних.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІД ВПЛИНОМ АРСЕНУ

2.1 Експериментально – динамічне моделювання процесу

На базі експериментальних даних, які були отримані за участю співробітників Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, необхідно визначити кількісні співвідношення і числові коефіцієнти математичної моделі процесу забруднення водних об'єктів арсеном, а також перевірити ступінь адекватності моделі об'єкту.

За результатами досліджень також встановлені фактори, що найбільш суттєво впливають на процес забруднення водних об'єктів арсеном, а саме кінцева концентрація арсену та ступінь видалення арсену. Показником якості процесу (y) очищення прийнято концентрацію арсену, мкг/дм^3 .

Ідентифікація проводилася за допомогою системи STAR.

Побудова експериментально – динамічної моделі довільного вигляду дослідження, показали, що розрахунок краще проводити в дійсних значеннях и краща модель буде першого порядку.

Для кожного експерименту були побудовані моделі.

Для ідентифікації коефіцієнтів моделі виконують наступні дії:

- Запустити підсистему GEM системи STAR і завантажити дані із файлу data.csv, заздалегідь підготовленими (рис. 2.1);
- Обрати пункт «расчет коэффициентов динамической модели произвольного вида»;
- Послідовно проводимо розрахунок для моделі у вигляді диференційного рівняння першого та другого порядків;
- Також додатково проводимо розрахунок для моделі в прирості.

Для першого експерименту було проведено

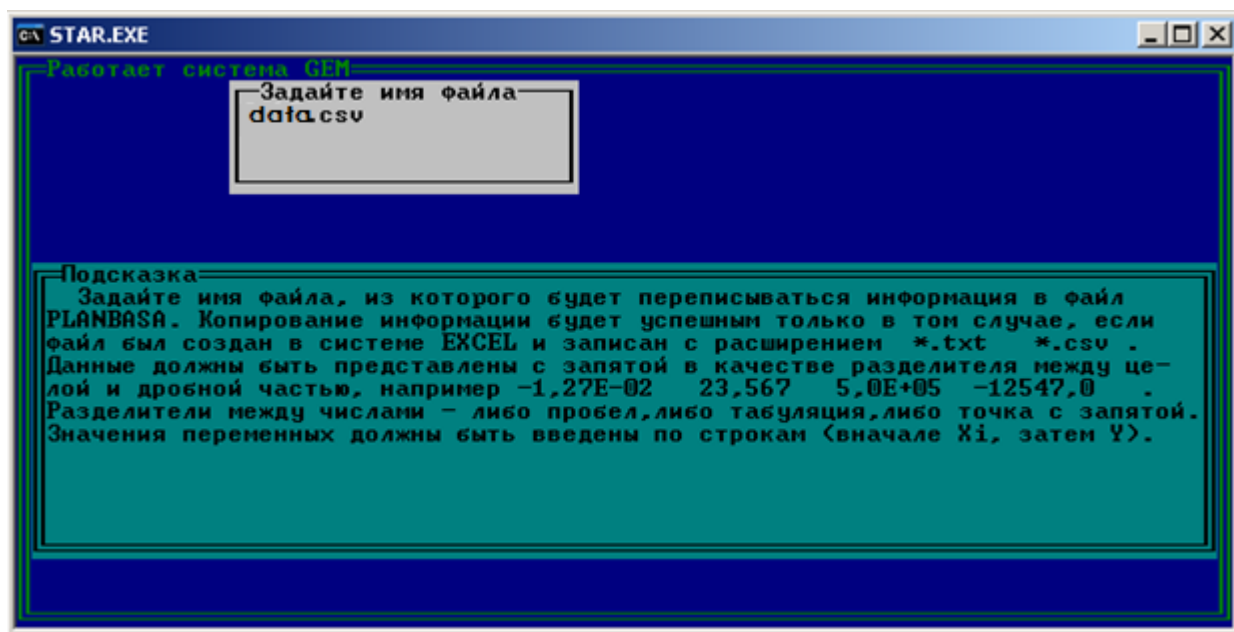


Рисунок 2.1 – Запуск підсистеми, завантаження даних

Дані які використовувалися для отримання моделі записані у додатку Б.

Після завантажених файлів до системи, перевіряю чи завантажені дані відображаються коректно.

Для того щоб отримати модель треба обрати «расчет коэффициентов динамической модели произвольного вида» та розрахунок моделі у прирості.

За результатами розрахунку для кожного розрахунку модель не була розрахована (рис.2.2). Але якщо розраховувати модель для першого порядку, то результати були отримані (рис. 2.3).

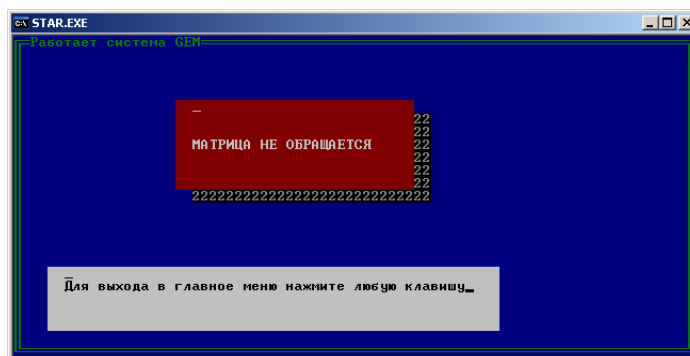


Рисунок 2.2 – Демонстрація результатів

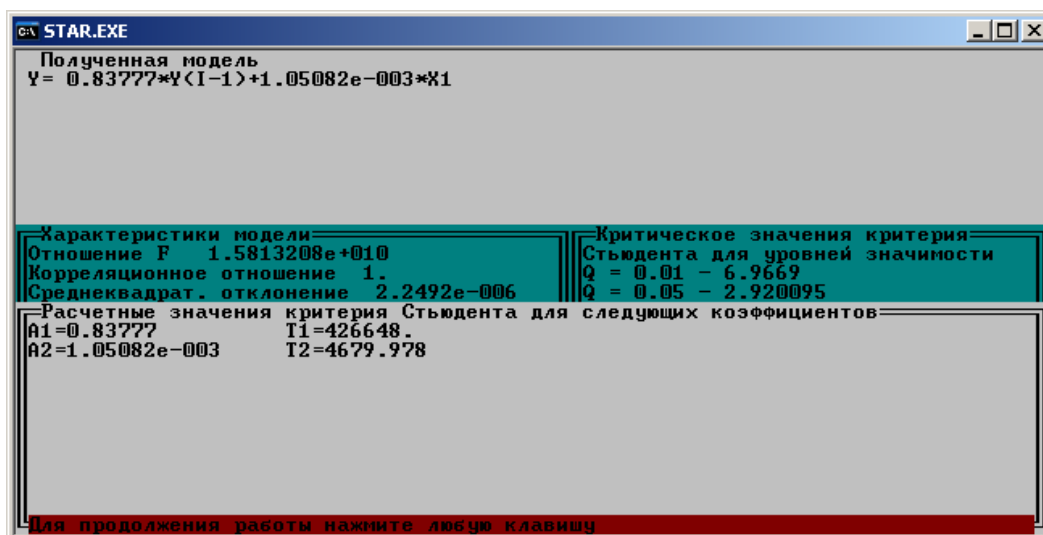


Рисунок 2.3 – Розрахунок моделі першого порядку

Далі були отримані коефіцієнти диференціального рівняння неперервної форми (рис.2.4).

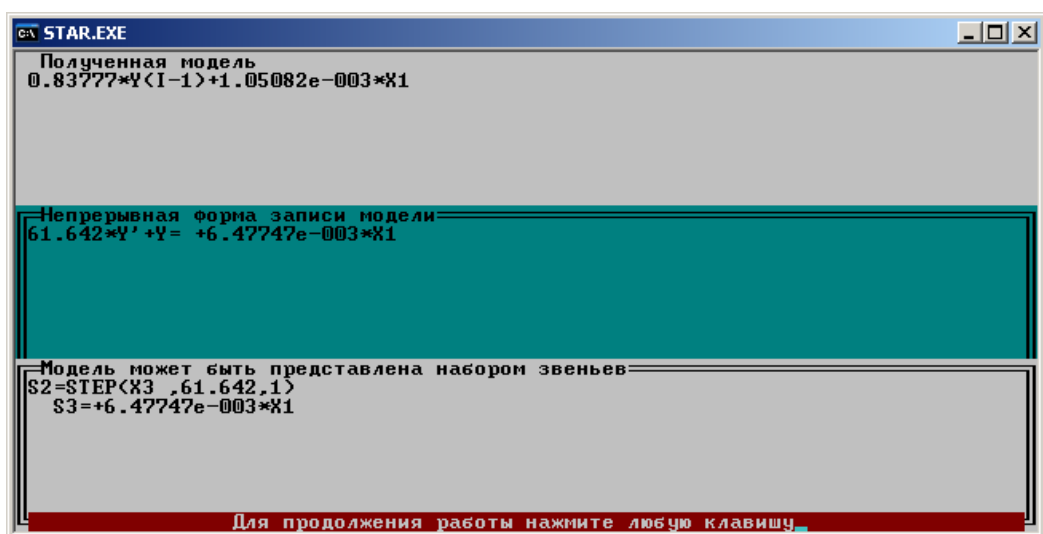


Рисунок 2.4 – Результати отримання коефіцієнтів диференціального рівняння

Таблица 2.1 – Порівняльна таблиця

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|---------------------------|-------|----------|-----------|-----------|
| Відношення Фішера | $1.58 * 10^{\wedge} 10$ | 0.15 | 0.2 | 26. 17 | 22. 14 |
| Кореляційне відношення | 1 | 0 | 0.9 4 | 0.9 8 | 0.9 7 |
| Среднеквадрат. відношення | $2.25 * 10^{\wedge} (-6)$ | 0.203 | 0.7 2 | 0.2 16 | 0.1 9 |

Продовження таблиці 2.1

| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|----------------------|-----------|----------|----------|-----------|
| Відношення Фішера | 31.94 | 0.3 5 | 7.1 1 | 8.0 9 | 67. 51 |
| Кореляційне відношення | 0.98 | 0 | 0.9 2 | 0.9 3 | 0.9 9 |
| Середньоквадрат. відношення | $9.54 \cdot 10^{-2}$ | 0.4 34 | 0.7 | 0.7 8 | 0.1 8 |

Після проведення всіх розрахунків, була створена порівняльна таблиця відношень Фішера, кореляційних відношень та середньоквадратичного відношення таблиця 2.1. Як видно з таблиці 2.1 найкращими моделями виявилися 1 та 10, але у першій моделі були незначущі коефіцієнти, тому для подальшої роботи було обрано 10 модель.

2.2 Розв'язок моделі методом Рунге-Кутта

Для розв'язання отриманої моделі було використано числовий метод – Рунге-Кутта.

Для того щоб отримати прогноз з приводу забруднення водних об'єктів арсеном було прийняте рішення розробити програмний додаток на мові C#. Приклад рішення диференціального рівняння представлений нижче.

```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;

double F(double x, double y) {
    return 3*sin(2*y)+x;
}

int main() {
    double a=0; double b=1; double h=0.1;
    double n=(b-a)/h;
    double x[(int)n];
```

```

double Y1[(int)n];
double Y2[(int)n];
double Y3[(int)n];
double Y4[(int)n];
double Y[(int)n];
//calculate
X[0]=a; Y[0]=2;
for(int i=1; i<=n; i++){
    X[i]=a+i*h;
    Y1[i]=h*F(X[i-1],Y[i-1]);
    Y2[i]=h*F(X[i-1]+h/2.0,Y[i-1]+Y1[i]/2.0);
    Y3[i]=h*F(X[i-1]+h/2,Y[i-1]+Y2[i]/2);
    Y4[i]=h*F(X[i-1]+h,Y[i-1]+Y3[i]);
    Y[i]=Y[i-1]+(Y1[i]+2*Y2[i]+2*Y3[i]+Y4[i])/6;
}
//print results
for(int i=0; i<=n; i++){
    cout << "X["<<i<<"]="<<X[i] << " ";
}
cout << endl;
for(int i=0; i<=n; i++){
    cout << "Y["<<i<<"]="<<Y[i] << " ";
}
return 0;
}

```

Після отриманого результату було перевірено розрахунки в середовищі Mathcad. Результати представлені у додатку 3.

Оператор при користування даним додатком повинен лише ввести кількість діб, щоб розрахувати подальший прогноз.

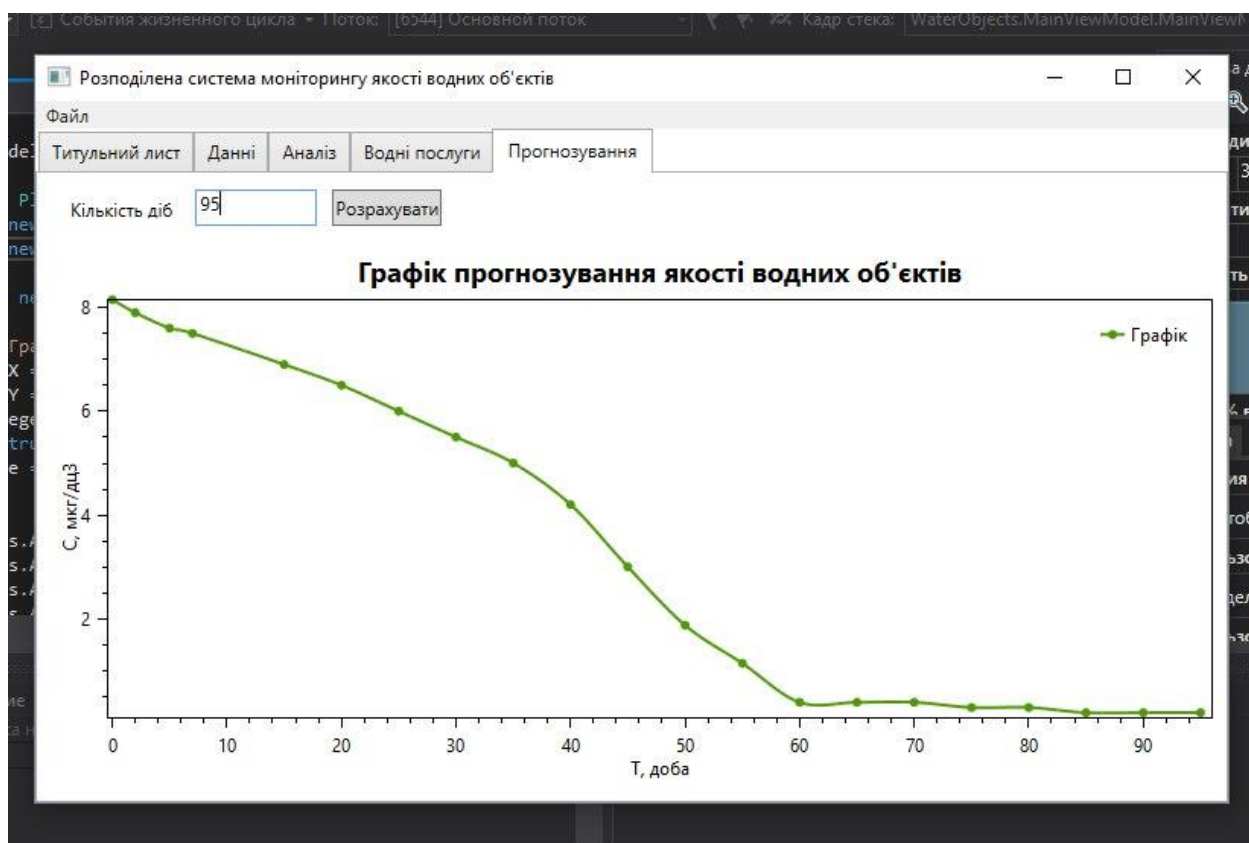


Рисунок 2.5 – Результат розробленого програмного додатку

2.3 Висновки до розділу 2

Проаналізовані дані, за якими визначалась модель прогнозування стану водних об'єктів.

Визначено модель першого порядку, розраховані коефіцієнти диференціального рівняння.

Обґрунтовано вибір моделі.

Розроблено програмний додаток на мові C#. Перевірено коректність роботи результатів у середовищі Mathcad.

3 СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

3.1 Вибір та проектування структури розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів

Одним з основних властивостей розподілених систем є подільність на підсистеми, яка має переваги з точки зору її розробки і експлуатації:

- спрощення розробки та модернізації інформаційної системи в результаті спеціалізації груп проектувальників по підсистемах;
- спрощення впровадження та постачання готових підсистем у відповідності з черговістю виконання робіт;
- спрощення експлуатації інформаційної системи внаслідок спеціалізації предметної області.

Як правило, виділяють функціональні та забезпечуючі підсистеми.

Однак в якості третьої підсистеми часто виділяють також і організаційну підсистему. В її завдання входять [18]:

- визначення порядку розробки і впровадження інформаційної системи, її організаційної структури, складу працівників;
- регламентація процесу створення і експлуатації інформаційної системи та ін.

Для реалізації функцій управління виділяють функціональні підсистеми, які реалізуються на різних рівнях управління і об'єднані в наступні контури управління (маркетинг, виробництво, логістика, фінанси) [18]:

- прогнозування;
- нормування;

- планування (техніко-економічне обґрунтування та оперативне);
- облік;
- аналіз;
- регулювання.

Проблемний принцип формування підсистем відображає необхідність гнучкого і оперативного прийняття управлінських рішень за окремими проблемами в рамках системи прийняття рішень. Як бачимо, для створення інформаційної системи моніторингу якості водних об'єктів доцільно використати саме проблемний принцип формування підсистем.

Проведемо характеристику розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів, користуючись розглянутими класифікаційними ознаками:

1. За ступенем розподіленості (архітектурою) розроблена розподілена система є розподіленою, так як компоненти даної інформаційної системи розподілені по декількох комп'ютерах. Ця система має клієнт-серверну архітектуру, тому що база даних і СУБД знаходяться на віддаленому сервері, а на робочих станціях знаходяться лише клієнтські додатки. Система є багатоланковою, тому що існують сервери додатків, звертаються до СУБД, а саме веб-сервер з програмним забезпеченням.

2. За ступенем автоматизації система є автоматичною: після її налаштування для коректної роботи втручання персоналу відбувається лише частково, а саме при потребі виконати додатковий імпорт інформації в базу даних.

3. За характером обробки даних розроблена система є перехідною ланкою між інформаційно-довідковою та інформаційною системою обробки даних, тому що вона призначена не лише для

пошук і видачі інформації в зручному вигляді, але й для обробки даних і генеруванні рекомендаційної інформації для оператора.

4. За сферою застосування розподілена система моніторингу та керування якістю водних об'єктів є інформаційною системою для екологічного моніторингу.

5. За масштабністю інформаційна система є груповою, так як вона орієнтована на її використання операторами підприємств, які скидають очищені стоки до водних об'єктів.

3.2 Структура та принципи побудови розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів

В даному розділі розглянуті структура та принципи побудови розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів, яка дозволить виконувати зберігання, надавати оперативний доступ і можливість подальшого аналізу даних про стан водних об'єктів. Запропонована система призначена для автоматизованого збору, обробки, зберігання та візуалізації даних контролю і моніторингу, які можуть бути використані для створення прогнозування стану водних об'єктів. Структура системи представлена на рис. 3.1.

Відповідно до структура розподіленої системи, показники якості водних об'єктів (ВО) надходять в підсистему збору і обробки даних (ПЗОД) і після первинної обробки, - в інформаційну модель водних об'єктів (ІМ ВО). ІМ ВО являє собою сукупність показників, що характеризують властивості і стану водних об'єктів, а також взаємодія з зовнішнім світом. Зібрана таким чином інформація надходить для зберігання в базу даних водних об'єктів (БД ВО) і за запитом користувачів може бути представлена підсистемою візуалізації у вигляді графіків, гістограм, журналів подій тощо. Користувачами БД ВО і

підсистеми візуалізації можуть бути як окремі громадяни, так і дослідні організації, а також споживачі водних послуг (ВП). До водних послуг відносяться всі послуги, що надаються для домашніх господарств, громадських інститутів, або для будь-якої господарської діяльності [3].

Згідно Водної рамкової директиви ЄС, до складу ВУ входять: забір води з поверхневих або підземних водних об'єктів, їх накопичення, зберігання, обробка і розподіл; збір і обробка стічних вод, які потім впадають в поверхневі води. База даних водних послуг (БД ВП) дозволяє оперативно обробляти запити користувачів, вести облік і зберігання інформації про надані послуги [5].

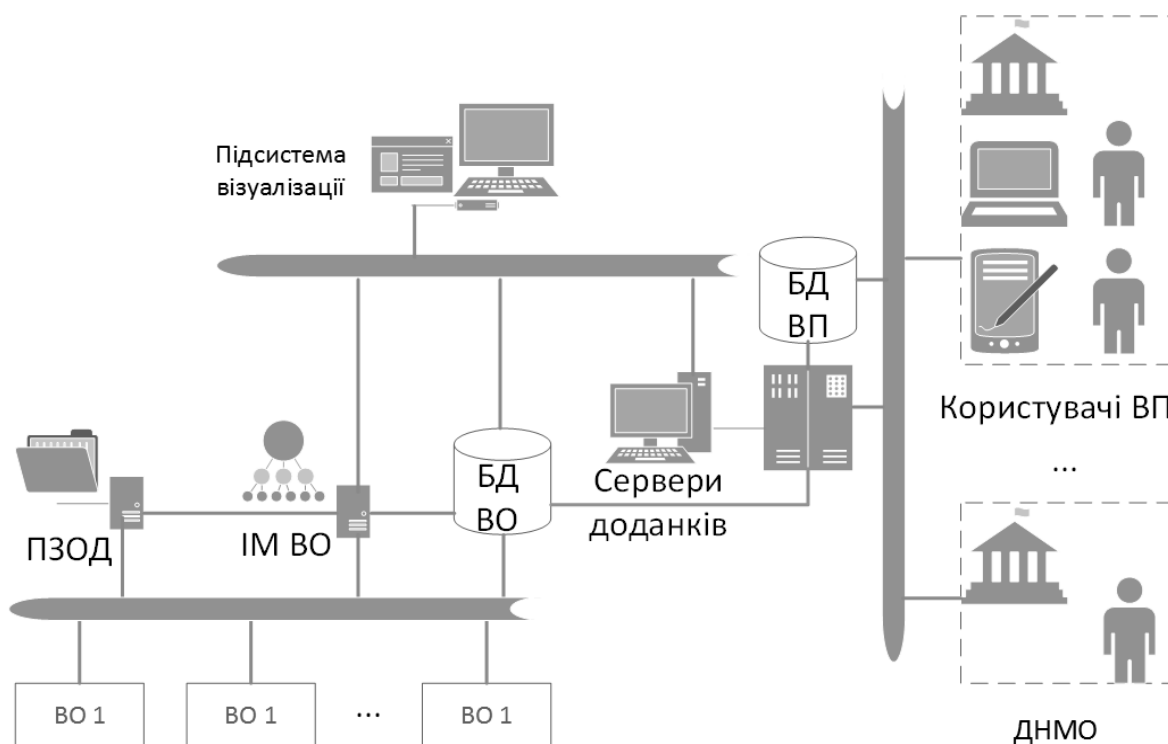


Рис. 3.1 – Структура системи моніторингу і прогнозування якості водних об'єктів:

ВО - водний об'єкт, ПЗОД - підсистема збору і обробки даних, ІМ

ВО - інформаційна модель водних об'єктів, БД ВО - база даних

водних об'єктів, споживачі ВП - споживачі водних послуг, БД ВП -

база даних водних послуг, ДНМО – дослідницькі, недержавні та міжнародні організації.

Для того, щоб розробити коректну структуру бази даних, потрібно визначитись з вимогами, які повинні бути задоволені спроектованою базою даних. Виходячи з завдання, яке повинна виконувати розподілена система моніторингу та керування якістю водних об'єктів, до бази даних, що буде входити в цю систему, можна висунути наступні вимоги:

1. База даних повинна знаходитись на одній потужній обчислювальній машині, яка крім зберігання даних повинна забезпечувати виконання основного обсягу обробки даних.

2. До даних основної обчислювальної машини має бути можливість доступу іншими комп'ютерами, обчислювальна потужність яких не повинна мати великого значення для роботи системи в цілому.

3. База даних, що проектується, повинна містити тільки інформацію з інформативною цінністю. Інформація, яка не несе наукової цінності, не повинна бути включена до бази даних.

4. Інформація, що зберігається в базі даних, повинна являти собою однотипні унікальні записи, при цьому порядок читання рядків і стовпчиків має бути довільним.

Основна ідея полягає в тому, щоб розміщувати сервери на потужних машинах, а до додатків, що використовують мовні компоненти СУБД, забезпечити доступ з менш потужних машин-клієнтів за допомогою зовнішніх інтерфейсів. Виходячи з вищезазначених вимог, можна зробити висновок, що база даних, яка проектується, повинна характеризуватись наступним чином:

1. За технологією обробки даних база даних повинна бути централізованою.

2. За характером доступу до даних – база даних з віддаленим (мережевим) доступом.

3. За вмістом – інформаційна база даних.

4. За моделлю даних – реляційна база даних.

Знаючи всі характеристики бази даних, запропоновано наступні структури баз даних водних об'єктів та водних послуг, які представлено на рис.3.2. і рис.3.3. відповідно.

Структура розробленої бази даних водних об'єктів представлена на рис.3.2. База даних є реляційною і складається з шести типів таблиць: таблиця для зберігання водних об'єктів України (water_object) та таблиця показників якості води (waters_indicators), «name» - назва водного об'єкта України та назва водного показника відповідно до таблиць. Для аналізу водних об'єктів використовуються норми ГДК, котрі записані у таблицях «water_object_fish_standarts» - норми якості води для рибного господарства, «water_object_drinking_standarts» - норми якості для питної води, та «water_object_recreation_standarts» - норми якості води для рекреаційних потреб. Порівнюючи зібрані дані з даними цих трьох таблиць, можна визначити погіршення якості водного об'єкту та надати рекомендації щодо нормалізації роботи об'єкту. Таблиця «waters_objects_indicators» має ключове поле – «DATE_TIME», дані в якому мають формат «ДД.ММ.РРРР ГГ:ХХ:СС». Решта полів таблиць відповідають параметрам якості води та назві водного об'єкта [19].

Призначення полів запропонованої структури БД Водних об'єктів наступні:

Для таблиці «Water_object»:

id - ідентифікатор, для кожного запису в таблиці він індивідуальний;

name – значення назви водного об'єкту.

Для таблиці «waters_object_indicators»:

waters_object_id – ідентифікатор, для кожного запису в таблиці він індивідуальний, який зв'язує таблиці «Water_object» та «waters_object_indicators»;

update_time– поле для збереження значення часу в форматі «ДД.ММ.РРРР ГГ:ХХ:СС». Призначене для запису часу отримання результатів показників якості води;

indicator_name_id - ідентифікатор, для кожного запису в таблиці він індивідуальний, який зв'язує таблиці «waters_object_indicators» та «waters_object_indicators_name».

Для таблиці «waters_object_indicators_name»:

id - ідентифікатор, для кожного запису в таблиці він індивідуальний;

name – значення назви водного показника якості.

В таблицях «water_object_fish_standarts», «water_object_drinking_standarts» та «water_object_recreation_standarts» назви та значення полів співпадають:

indicator_name_id - ідентифікатор, для кожного запису в таблиці він індивідуальний, який зв'язує таблиці «waters_object_indicators_name» та «water_object_fish_standarts»/«water_object_drinking_standarts» чи «water_object_recreation_standarts»;

value_from - значення назви підгрупи показників групи епідемічної безпеки питної води/рибного господарства/рекреаційних потреб, до якої входить показник, що вказаний в записі бази;

value_to - значення одиниць виміру показника групи епідемічної безпеки питної води, до якої входить даний показник, що вказаний в записі бази;

Таким чином, використовуючи описану базу даних, можна зберігати значення всіх показників, що отримані в певний момент часу.

Результати аналізу щодо відповідності якості того чи іншого об'єкту названим вище показникам заносяться у відповідний розділ

бази даних.

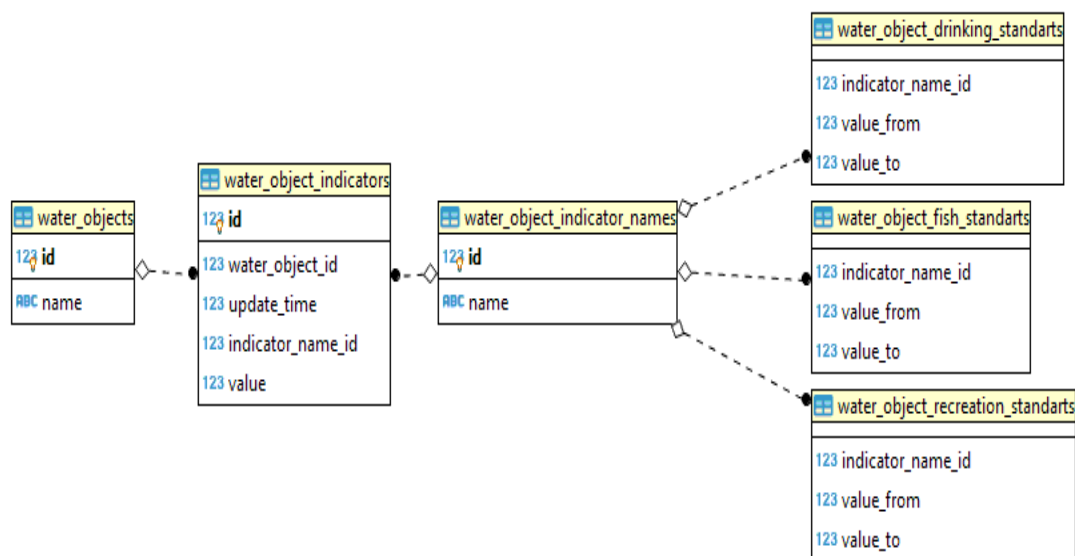


Рисунок 3.2 – Структура бази даних водних об'єктів

Після аналізу даних водних об'єктів виникає питання «Що можна зробити з водними об'єктами, котрі не відповідають нормам?» для цього і потрібна база даних водних послуг.

Структура розробленої бази даних водних об'єктів представлена на рис.3.3. База даних складається з 3 типів таблиць: таблиця для зберігання областей України (distrects), таблиця водних об'єктів (waters_objecti) та таблиця підприємств, які надають водні послуги (manufacture). Таблиця «distrects» містить два поля «id» - ідентифікатор, для кожного запису в таблицях він індивідуальний, «name» - назва області. Таблиця «waters_objecti» побудована по такому ж принципу, як і таблиця «distrects», але в цій таблиці з'являється поле «DistrectID». Це поле зв'язує таблиці областей та водних об'єктів. Та описує в якій області знаходиться певний водний об'єкт. Остання таблиця «manufacture» показує підприємства, які надають водні послуги в певній області та містить веб-сторінку цих підприємств, де будуть вказані контактні данні [20].

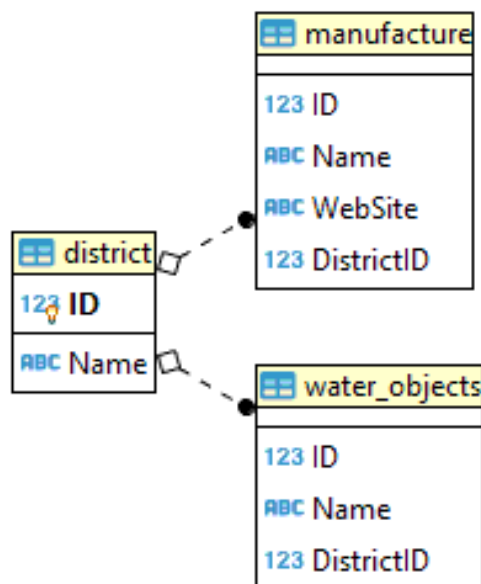


Рисунок 3.3 - Структура бази даних водних послуг

Описана база даних дозволяє зберігати значення всіх показників, що отримані в певний момент часу. Слід зазначити, що під час аналізу води оцінку виконують на основі цих показників якості. Однак обробка даних у відповідності до заданих показників якості передбачає роботу з великими масивами даних, що зумовлює необхідність використання значних обчислювальних потужностей. Але далеко не кожна лабораторія обладнана потужною обчислювальною технікою із спеціально розробленим програмним забезпеченням. На сьогоднішній день вирішення цієї проблеми можна значно полегшити при використанні хмарних сервісів, які допомагають виконати необхідні обчислення навіть без застосування потужних комп'ютерів у лабораторіях.

Хмарні обчислення надають зручний мережевий доступ в режимі «на вимогу» до колективно використовуваного набору налаштованих

обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, сховищ даних, додатків та/або сервісів), які користувач може оперативнo задіяти під свої завдання і вивільнити при зведенні до мінімуму число взаємодій з постачальником послуги або власних управлінських зусиль. Ця модель спрямована на підвищення доступності обчислювальних ресурсів і дає можливість виконувати розрахунки, що потребують потужних технічних ресурсів у віддаленому режимі. Ринкова частка хмарних сервісів і платформ постійно зростає завдяки ряду переваг для звичайних користувачів і організацій. В останні роки все більше компаній, які займаються розробкою інформаційних систем обчислення, орієнтуються на подальший розвиток саме в сфері хмарних сервісів. Це надає можливість вибору найбільш оптимального рішення для конкретних цілей кінцевого користувача хмарних сервісів [21].

При використанні хмарних сервісів в системі аналізу якості води можна піти двома шляхами: використати один з вже існуючих хмарних сервісів або створити власну модель хмарних обчислень. Проведений аналіз умов, запропонованих постачальниками послуг основних хмарних сервісів, показав, що найпоширенішими сервісами є Dropbox, GoogleDrive, Mega, Bitcasa, Copy.com, OneDrive, а вартість використання залежить від обсягу даних, що зберігаються, та не перевищують \$10/місяць за 1 Тбайт. Більш детальна інформація щодо вартісних показників та надання послуг наведена у [21].

3.3 Налаштування бази даних

Встановлені на сервері процеси БД, повинні бути готовими для використання, тому необхідно створити базу даних та таблиці, що міститимуть робочі дані (дані про водні об'єкти, стандарти, тощо). Для цього в пакеті інсталяції WaterObjects відкрити папку DB Browser та запустити ярлик DBeaver (рис. 3.4).


| Имени | Дата изменения | Тип | Размера |
|--|------------------|-------|---------|
|  DBBeaver | 10.05.2018 23:12 | Ярлык | 2 КБ |

Рисунок 3.4 – Ярлик для запуска СУБД

Відкривається головне вікно DBeaver. В початковому стані список підключених баз даних буде порожнім (рис. 3.5).

Для створення нового підключення до серверу баз даних необхідно обрати команду «Создать соединение» (рис. 3.6).

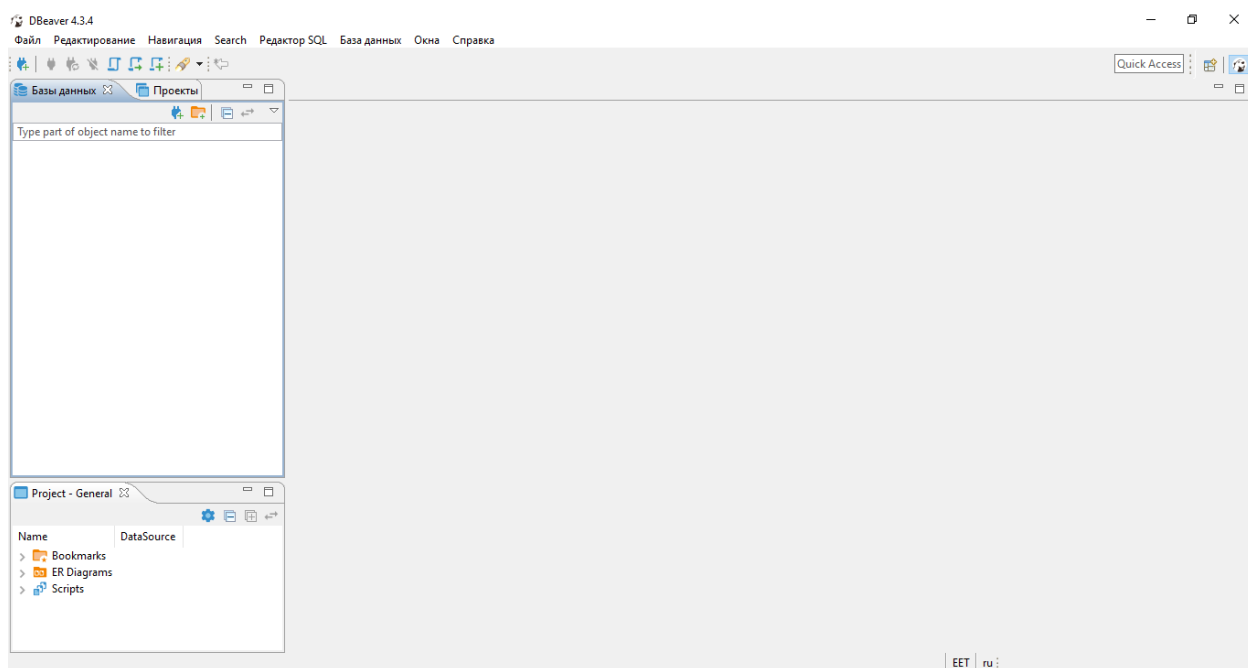


Рисунок 3.5 – Головне вікно DBeaver

Для створення нового підключення до серверу баз даних необхідно обрати команду «Создать соединение» (рисунок 3.6).

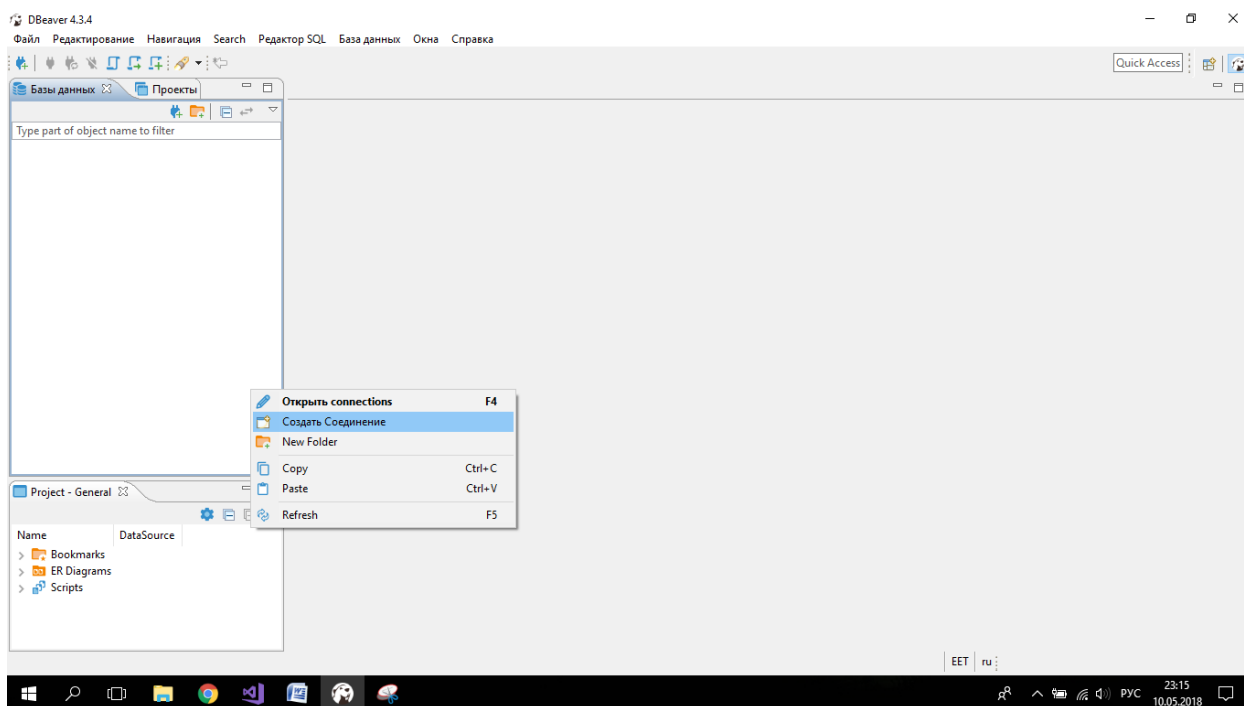


Рисунок 3.6 – Створення нового підключення до серверу баз даних

Далі потрібно заповнити поля «Путь» та «JDBC URL». В загальному випадку поле «Путь» містить реальну адресу серверу баз даних. Так як ми налаштовуємо локальний сервер бази даних, вводимо 127.0.0.1 (рис. 3.7).

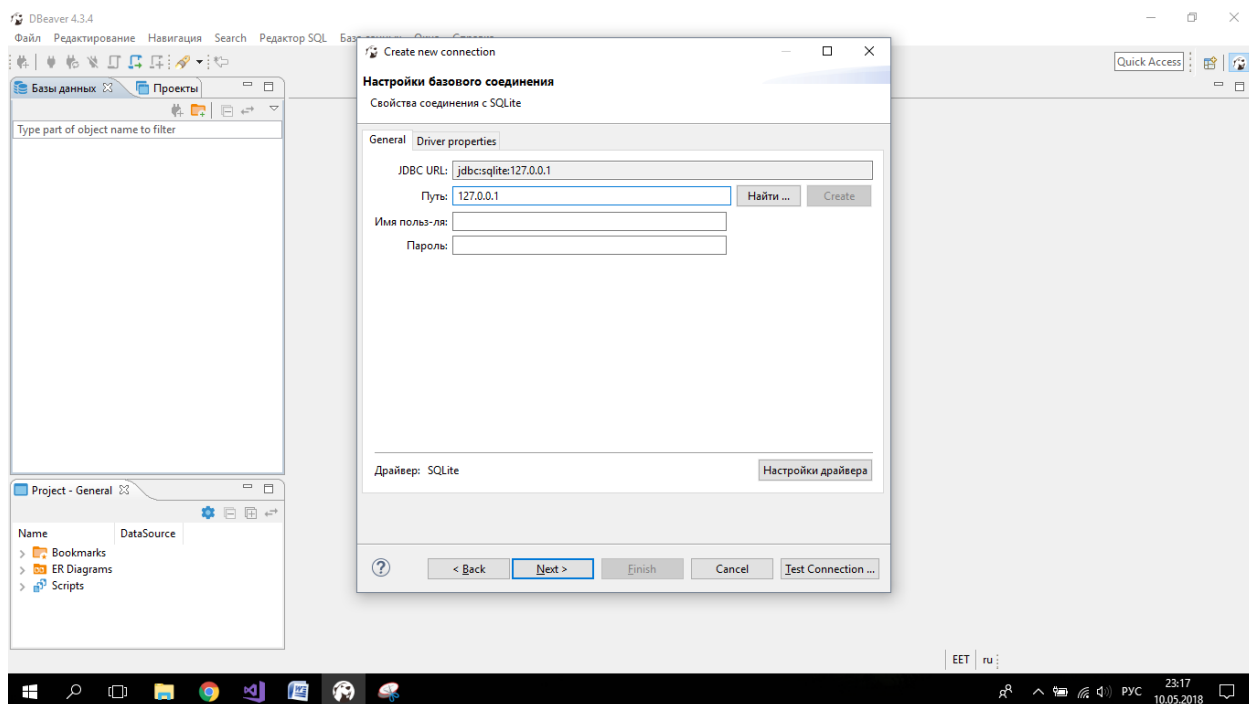


Рисунок 3.7 – Налаштування нового підключення до серверу баз даних

Далі потрібно розкрити структуру створеної пустої бази даних та активувати розділ Tables. При цьому стане доступною кнопка SQL (рис. 3.8 та 3.9)

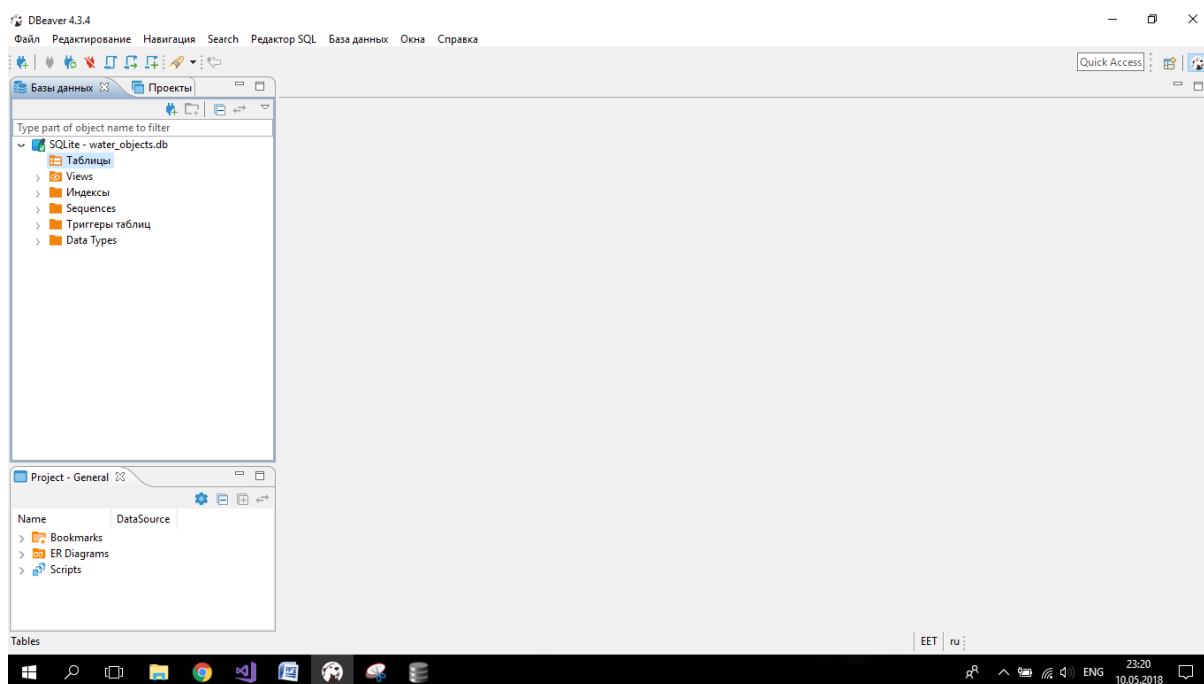


Рисунок 3.8 – Дерево структури локального серверу

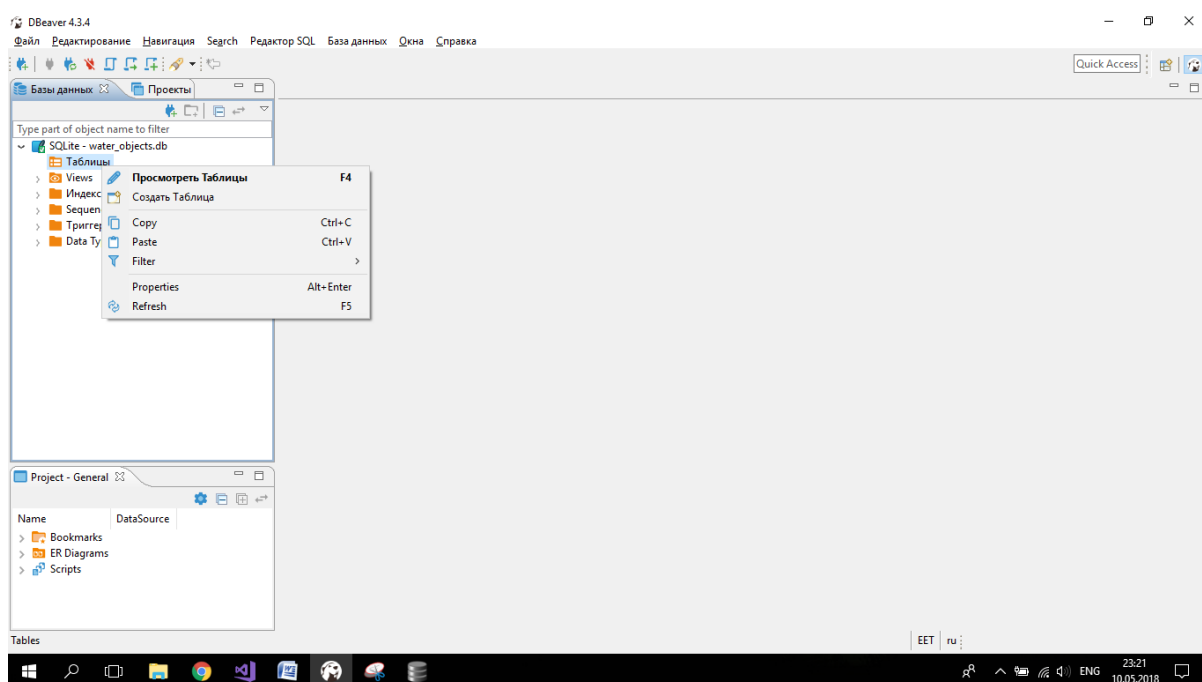


Рисунок 3.9 – Кнопка для налаштування таблиць бази даних

Після натискання кнопки «Редактор SQL»/«Новый редактор SQL» відкривається вікно Script-1. Налаштуйте вікно, що з'явилося, до вигляду, як показано на рисунку 3.10 для зручності користування.

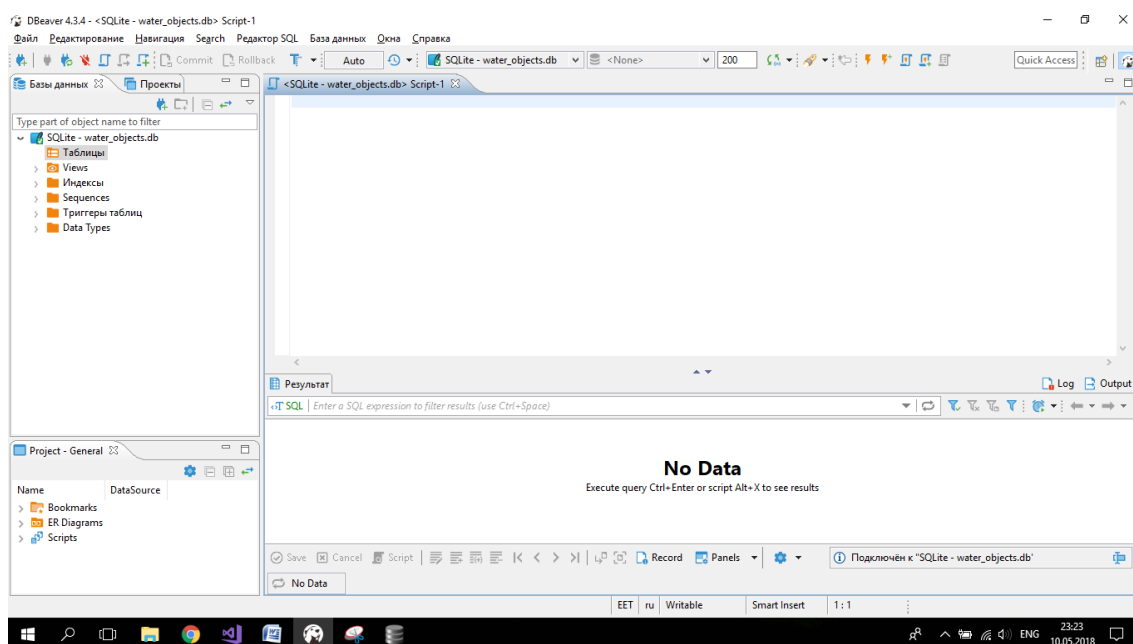


Рисунок 3.10 – Вікно Script-1 після налаштування інтерфейсу

Далі у вікні Script-1 потрібно виконати команду File\Open і по черзі запустити кожен набір sql команд в будь-якій послідовності (рисунки 3.11 – 3.12):

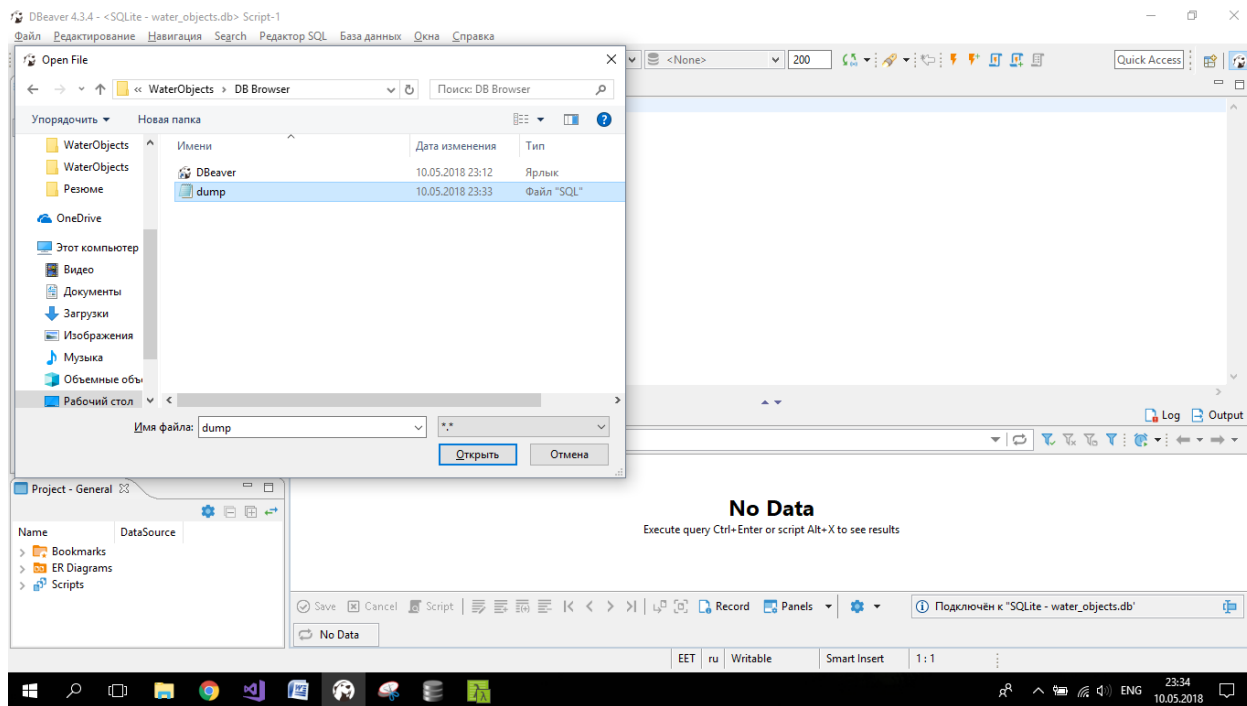


Рисунок 3.11 – Команда Open

[illegible]

Рисунок 3.13 – Вибір одного з наборів SQL команд

Для завантаження для запуску SQL-скрипта необхідно натиснути кнопку Execute Query або функціональну комбінацію Ctrl+Enter (рисунок 3.14).

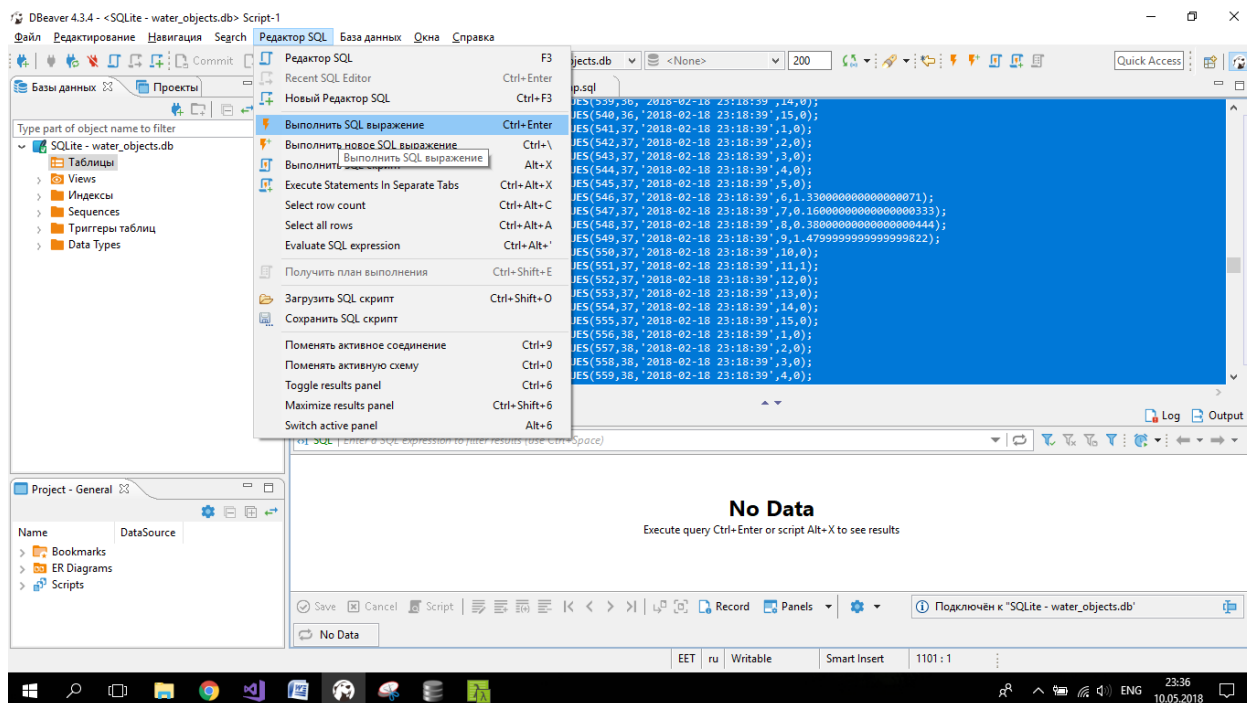


Рисунок 3.14 – Кнопка Execute Query для запуску SQL-скрипта

Результат запуску скрипта dump наведений на рисунках 3.15.

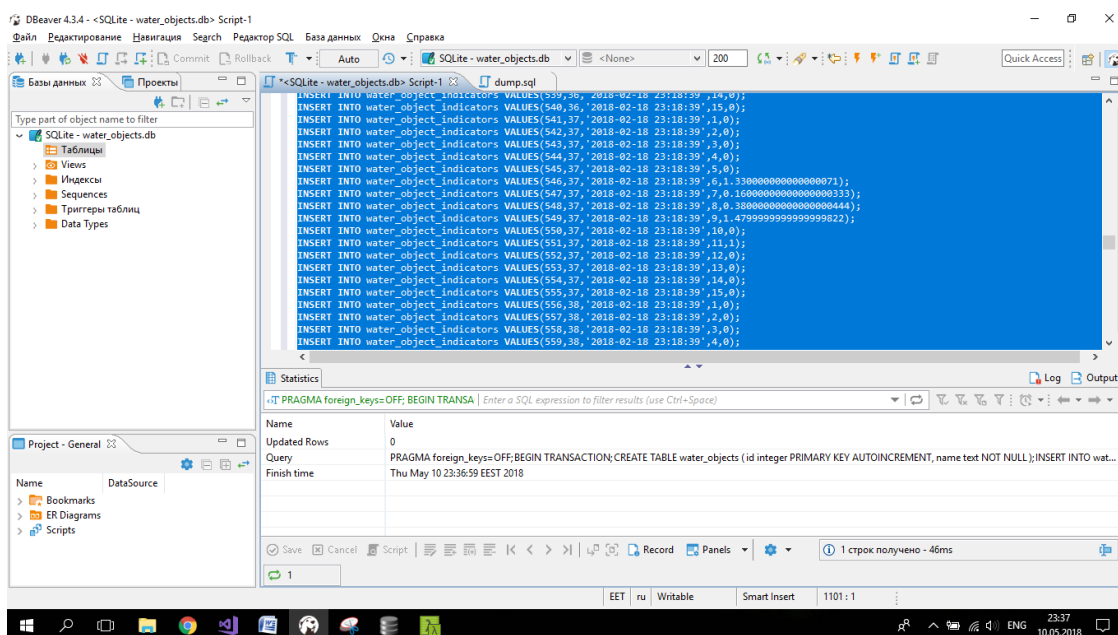
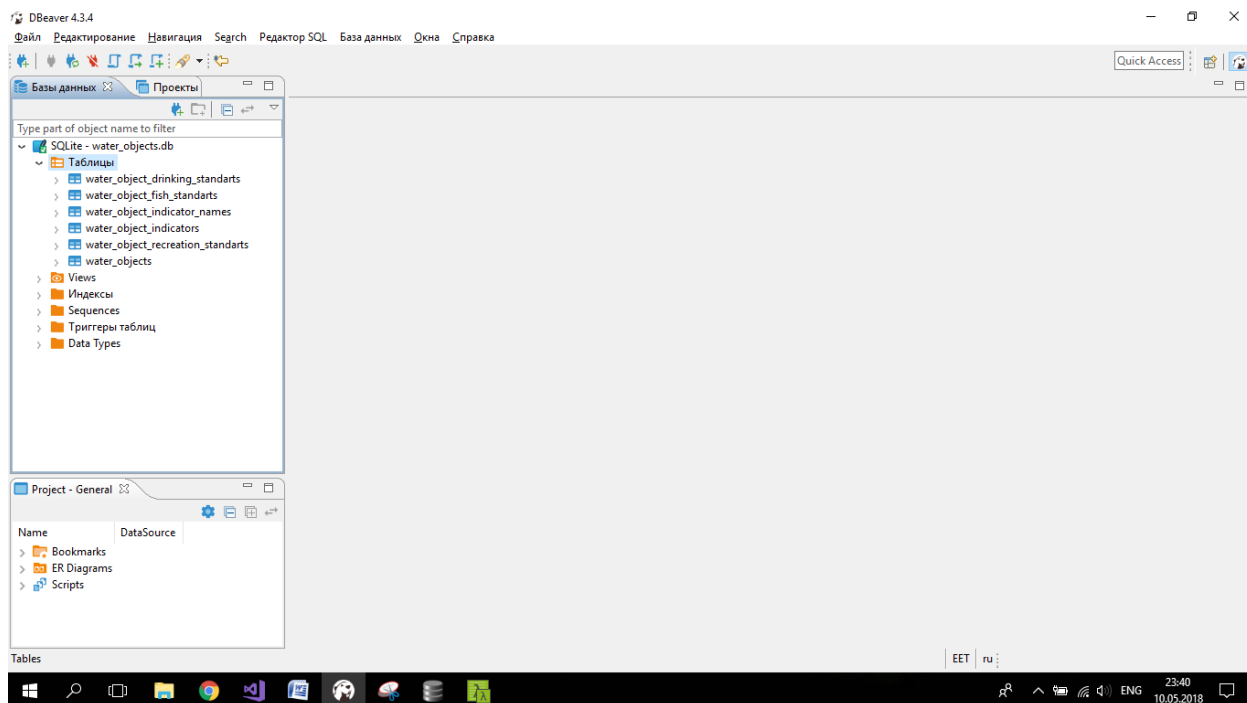


Рисунок 3.15 – Результат виконання скрипта dump

Після запуску всіх скриптів необхідно оновити структуру бази даних (рисуюнок 3.16).



Рисуюнок 3.16 – Кнопка оновлення структури бази даних

Після оновлення у вікні DBeaver з'явиться створена структура бази даних.

3.4 Розробка програмного інтерфейсу для роботи з системою

Програмний інтерфейс для роботи клієнтської станції було реалізовано мовою програмування C# в поєднанні з високорівневим відкритим .NET-фреймворком WPF для розробки десктоп-систем. Розробка інтерфейсу ґрунтується на потребі користувача мати можливість управління всіма характеристиками відображення інформації. Лістинг програмного коду наведено в додатку В.

Все робоче вікно можна поділити на п'ять функціональних вкладок:

1. Вкладка з титульним аркушом;
2. Вкладка «Данні»;
3. Вкладка «Аналіз».
4. Вкладка «Водні послуги»
5. Вкладка «Прогнозування»

Розглянемо більш детально кожну з цих функціональних ділянок та етапи їх введення до складу інтерфейсу.

Вкладка «Данні» містить таблицю с показниками водних об'єктів, а саме:

- ☐ ім'я водного об'єкту;
- ☐ час останнього запису показника у базу даних;
- ☐ ім'я показника;
- ☐ значення показника;

Є можливість керувати відображення даних. Якщо нажати на будь-яку колонку, то дані відсортуються.

Також на цій вкладці є 3 кнопки:

1. «Додати водний об'єкт»
2. «Додати показник водного об'єкту»
3. «Додати новий стандарт»

Перш за все, оператор програми повинен мати змогу додавати новий водний об'єкт до бази даних. Якщо об'єкт вже створений, також є змога додати показник за допомогою відповідної кнопки «Додати показник водного об'єкту». Також є можливість додати новий стандарт до бази даних за допомогою кнопки «Додати новий стандарт».

Всього налічується три типи стандартів: питна вода, рибгосп та рекреаційна вода.

Робота з цією вкладкою представлена на рисунках 3.17 – 3.19

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги Прогнозування

| Ім'я водного об'єкта | Час запису | Ім'я показника | Значення показника |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Завислі речовини, мг/дм3 | 17.54 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Кисень, мгО2/ дм3 | 8.96 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Хлориди, мг/дм3 | 36.82 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Сульфати, мг/дм3 | 17.13 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Біхром. окисл., мгО2/дм3 | 33.32 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.09 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.38 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.02 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.14 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.1 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Залізо загальне, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Манган, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0.01 |
| 13319. р. Ірпінсь-сміт Гостомель (0 | 2/18/2018 11:18:39 PM | Завислі речовини, мг/дм3 | 9.14 |

Додати водний об'єкт

Додати показник водного об'єкту

Додати новий стандарт

Рисунок 3.17 – Додавання нового водного об'єкту до бази даних

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги Прогнозування

| Ім'я водного об'єкта | Час запису | Ім'я показника | Значення показника |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Завислі речовини, мг/дм3 | 17.54 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Кисень, мгО2/ дм3 | 8.96 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Хлориди, мг/дм3 | 36.82 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Сульфати, мг/дм3 | 17.13 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Біхром. окисл., мгО2/дм3 | 33.32 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.09 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.38 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.02 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.14 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | | | 0.1 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Залізо загальне, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Манган, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км) | 2/18/2018 11:18:39 PM | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0.01 |
| 13319. р. Ірпінсь-сміт Гостомель (0 | 2/18/2018 11:18:39 PM | Завислі речовини, мг/дм3 | 9.14 |

Додати водний об'єкт

Додати показник водного об'єкту

Додати новий стандарт

Рисунок 3.18 – Додавання нового показника водного об'єкту

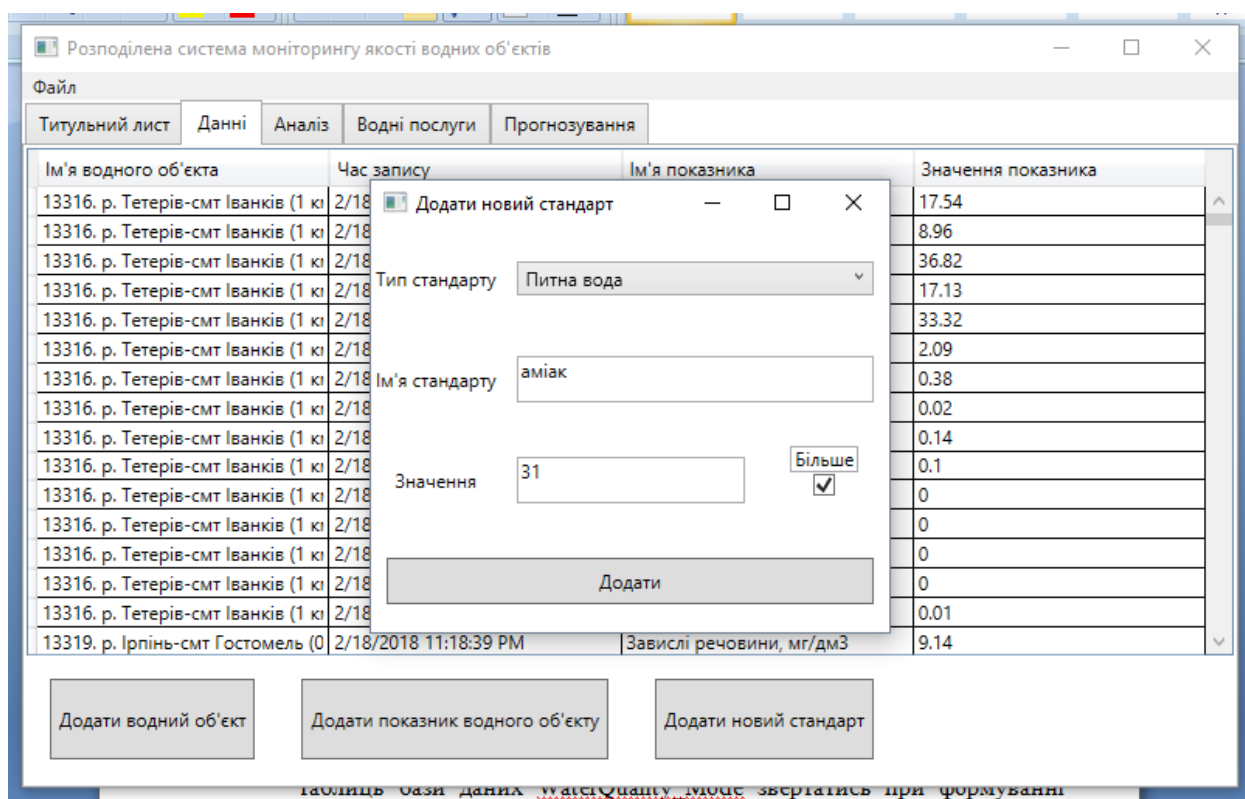


Рисунок 3.19 – Додавання нового стандарту

Вкладка «Аналіз» відображає аналіз показників водних об'єктів до стандартів. Зверху є два фільтри по яким відображаються дані у таблиці знизу : водних об'єктів та типу стандарту.

Якщо строка таблиці зеленого кольору – то даний показник відповідає стандартам, якщо червоний – не відповідає, якщо жовтий – то даний стандарт не записаний у базі даних. Робота з цією вкладкою представлена на рисунку 3.20.

Вкладка «Водні послуги» містить визначення водних послуг, фільтр по області, фільтр по водному об'єкту та дві таблиці. Зліва – відображає інформацію про підприємства, а саме, ім'я підприємства та веб-сайт підприємства, що займаються оцінкою якості води, а с правої сторони – що надають водні послуги з такою ж інформацією. Приклад роботи з цією вкладкою показаний на рисунку 3.21.

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги Прогнозування

13301. вдсх Канівське-м. Київ (у межах міста) Питна вода

■ не відповідає нормам
 ■ відповідає нормам
 ■ стандарт не визначений

| Ім'я водного об'єкта | Ім'я показника | Значення показника | Час запису |
|--------------------------------------|---|--------------------|-----------------------|
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Завислі речовини, мг/дм ³ | 11.1 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Кисень, мгО ₂ / дм ³ | 8.48 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Хлориди, мг/дм ³ | 19.86 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Сульфати, мг/дм ³ | 17.66 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Біхром. окисл., мгО ₂ /дм ³ | 44.13 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | БСК ₅ , мгО ₂ / дм ³ | 3.06 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Азот амонійний, мгN/дм ³ | 0.37 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Азот нітритний, мг N/дм ³ | 0.03 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Азот нітратний, мгN/дм ³ | 0.24 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Фосфати, мгP/дм ³ | 0.17 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Залізо загальне, мг/дм ³ | 0.052 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Мідь, мг/дм ³ | 0.002 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Цинк, мг/дм ³ | 0.022 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Манган, мг/дм ³ | 0.021 | 2/18/2018 11:18:39 PM |
| 13301. вдсх Канівське-м. Київ (у м.) | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0.012 | 2/18/2018 11:18:39 PM |

Рисунок 3.20 – Робота з вкладкою «Аналіз»

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги Прогнозування

Водні послуги - усі послуги, що надаються для домашніх господарств, громадських інституцій, або для будь-якої господарської діяльності :

- забирання води з поверхневих, або підземних водних об'єктів, її накопичення, зберігання, обробка та розподіл;
- збирання і обробка стічної води, яку потім скидають у поверхневі води

Київська область

Дніпро

| Ім'я підприємства | Веб-сайт підприємства |
|---------------------------|---|
| ООО "АНТРИС" | http://www.antris.com.ua/ |
| ООО "СИСТЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ" | www.cws.kiev.ua |
| АкваСпецСервис | http://aquasps.kiev.ua/ |
| Компания "WaterHome" | http://waterhome.com.ua/ |
| ООО "Вотершоп Киев Юзй" | http://watershop.kiev.ua/ |

| Ім'я підприємства | Веб-сайт підприємства |
|--------------------------------|---|
| ПАТ «АК «Київводоканал» | http://www.vodokanal.kiev.ua/ |
| КП Білоцерківської міської ра. | http://www.klv.lg.ua/ |

Рисунок 3.21 – Робота з вкладкою «Водні послуги»

Вкладка «Прогнозування» має функцію побудови графіка прогнозування якості водних об'єктів. Вона містить текстове поле «Кількість діб» та кнопку «Розрахувати» а також результуючий графік. Робота з цією вкладкою представлена на рисунку 3.22.

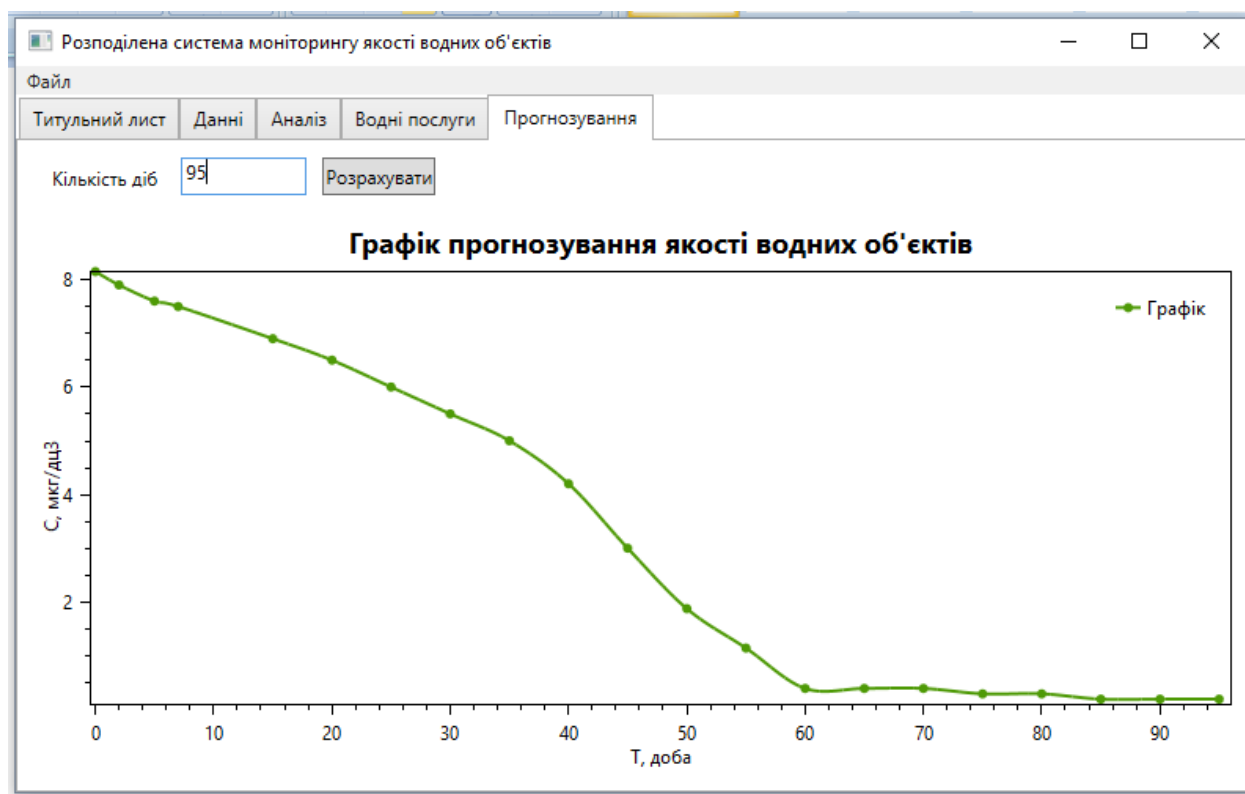


Рисунок 3.22 – Робота з вкладкою «Прогнозування»

3.5 Висновок до розділу 3

На основі проведеного аналізу розроблена структура інформаційної системи. Запропоновано специфікацію технічного та мережевого обладнання, яке задовольняє потреби комп'ютерно-інтегрованої системи.

Спроектована структура баз даних водних об'єктів, показників, стандартів та водних послуг, що містить актуальну інформацію про згадані сутності.

Реалізовано ідею використання моделі хмарних сервісів при розробці інформаційної системи. Наведено інструкцію з налаштування серверів для забезпечення функціонування інформаційної системи.

Створено користувацький інтерфейс оператора клієнтської станції. Інтерфейс для роботи клієнтської станції було реалізовано мовою програмування C# в поєднанні з високорівневим відкритим .NET-фреймворком WPF для розробки десктоп-систем.

4 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ВИПРОБОВУВАНЬ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Дана програма і методика випробувань розподіленої системи моніторингу та керування водними об'єктами призначена для зберігання та обробки водних показників, визначення і перевірки водних показників згідно санітарних норм України, виявлення показників, котрі відхиляються від норм. Також може підказати, до якого підприємства слід звернутися з приводу водних послуг.

Програма і методика випробувань розроблена відповідно до вимог Водно Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС та Постанови від 20 липня 1996 р. N 815 Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод.

4.1 Об'єкт випробувань

4.1.1 Найменування системи

Розподілена система моніторингу та керування якістю водних об'єктів.

4.1.2 Область застосування системи

Розподілена система моніторингу та керування якістю водних об'єктів є технологічною інформаційно-довідковою системою і призначена для визначення якості показників водних об'єктів України, яка дозволить виконувати зберігання, надавати оперативний доступ і можливість подальшого аналізу даних про стан джерел водопостачання, а

також інформаційного забезпечення користувачів організацій та громадян,

Система призначена для автоматизованого збору, обробки, зберігання та візуалізації даних контролю і моніторингу, які можуть бути використані для створення прогнозування стану водних об'єктів

Користувач програми може скористатися порадами з надання державних послуг громадянам та організаціям, забезпечення інформування споживачів про державні та приватні водні послуги, а також для забезпечення інформаційної взаємодії між водним об'єктом та підприємством, що надає водні послуги в певному регіоні.

4.2 Мета випробувань

Метою проведених за цією програмою та методикою випробувань Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів є визначення функціональної працездатності системи на етапі проведення випробувань.

Програма випробувань повинна засвідчити працездатність Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів відповідно до функціональним призначенням.

4.3 Загальні положення

4.3.1 Перелік керівних документів, на підставі яких проводяться випробування

Приймальні випробування Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів проводяться на підставі наступних документів:

- Затверджене завдання на магістерську дисертацію на розробку Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів;
- Ця Програма і методика приймальних випробувань;

4.3.2 Місце і тривалість випробувань

Місце проведення випробувань – навчальна лабораторія.

Тривалість випробувань встановлюється календарим планом магістерської дисертації.

4.3.3 Перелік пропонованих на випробування документів

Для проведення випробувань Виконавцем пред'являються такі документи:

- Робоча програма магістерської дисертації;
- Завдання на магістерську дисертацію на створення Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів;
- Технічний проект Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів.

4.4 Обсяг випробувань

4.4.1 Перелік етапів випробувань і перевірок

В процесі проведення приймальних випробувань повинні бути протестовані наступні підсистеми Розподіленої система моніторингу та керування якістю водних об'єктів:

- Підсистема використання бази даних водних об'єктів;

- Підсистема сховища структурованих даних про процеси у документах;
- Підсистема виконання аналізу показників якості водних об'єктів;
- Підсистема інформаційного обміну та інтеграції;
- Підсистема водних послуг.

Всі підсистеми випробовуються одночасно на коректність взаємодії підсистем, вплив підсистем один на одного, тобто випробування проводяться комплексно.

Приймальні випробування включають перевірку:

- повноти і якості реалізації функцій;
- виконання кожної вимоги, що відноситься до інтерфейсу Системи;
- роботи користувачів в діалоговому режимі;
- повноти дій, доступних користувачеві, і їх достатність для функціонування системи;
- складності процедур діалогу, можливості роботи користувачів без спеціальної підготовки;
- реакції системи на помилки користувача;
- практичної здійсненності рекомендованих процедур.

4.4.2 Випробування підсистеми використання бази даних водних об'єктів

Випробування підсистем управління і виконання робочих процесів спрямовані на перевірку коректності обробки вхідних зовнішніх запитів щодо надання, зміни відомостей показників водних об'єктів.

Вимоги до підсистеми управління базою даних водних об'єктів за обробки вхідних зовнішніх запитів щодо надання, зміни відомостей водних показників наведено в Технічному завданні.

Перевіряються процедури і параметри:

- створення форми запиту;
- необхідну кількість полів для введення вхідних даних;
- наявність необхідних елементів управління;
- коректність збереження введених даних і передача заявки на наступний рівень обробки;
- побудова звітів та збереження її.

4.4.3 Випробування підсистеми структурованих даних про процеси у документах

Випробування підсистеми структурованих даних про процеси у документах спрямовані на перевірку зберігання в БД водних об'єктів для коректної роботи Розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів.

Вимоги до Сховища структурованих даних у документах наведені в Технічному завданні.

4.4.4 Випробування виконання аналізу показників якості водних об'єктів

Випробування аналізу показників якості водних об'єктів проводиться для перевірки можливості обробляти введену інформації до БД, яка складається з показників водних об'єктів, і отримувати результат у вигляді аналізу даних згідно санітарних норм зазначених в базі даних водних об'єктів в таблиці з нормами якості вод України.

4.4.5 Випробування підсистеми інформаційного обміну

Випробування Підсистеми інформаційної взаємодії спрямовані на забезпечення коректної роботи баз даних, таких, як:

- БД Водних об'єктів;
- БД Водних послуг.

Перевіряється коректність відображення інформації.

4.4.6 Випробування підсистеми водних послуг

Випробування підсистеми водних послуг служать для перевірки повноти і коректності відображення інформації. А також, з огляду на те, що користувачам підсистеми водних послуг потрібно було знайти підприємства, що надають водні послуги, то було перевірено коректність відображення результату.

4.5 Методика проведення випробувань

Методика та програма випробувань розподіленої системи керування якістю водних об'єктів передбачає послідовне тестування функцій та підсистем програми. Система розроблена у середовищі Visual Studio 2017 на мові програмування C#.

Головне вікно розподіленої системи керування якістю водних об'єктів показано на рис.4.1. Для роботи з нашою системою необхідно перейти до вкладки «Данні» у верхньому лівому кутку вікна.

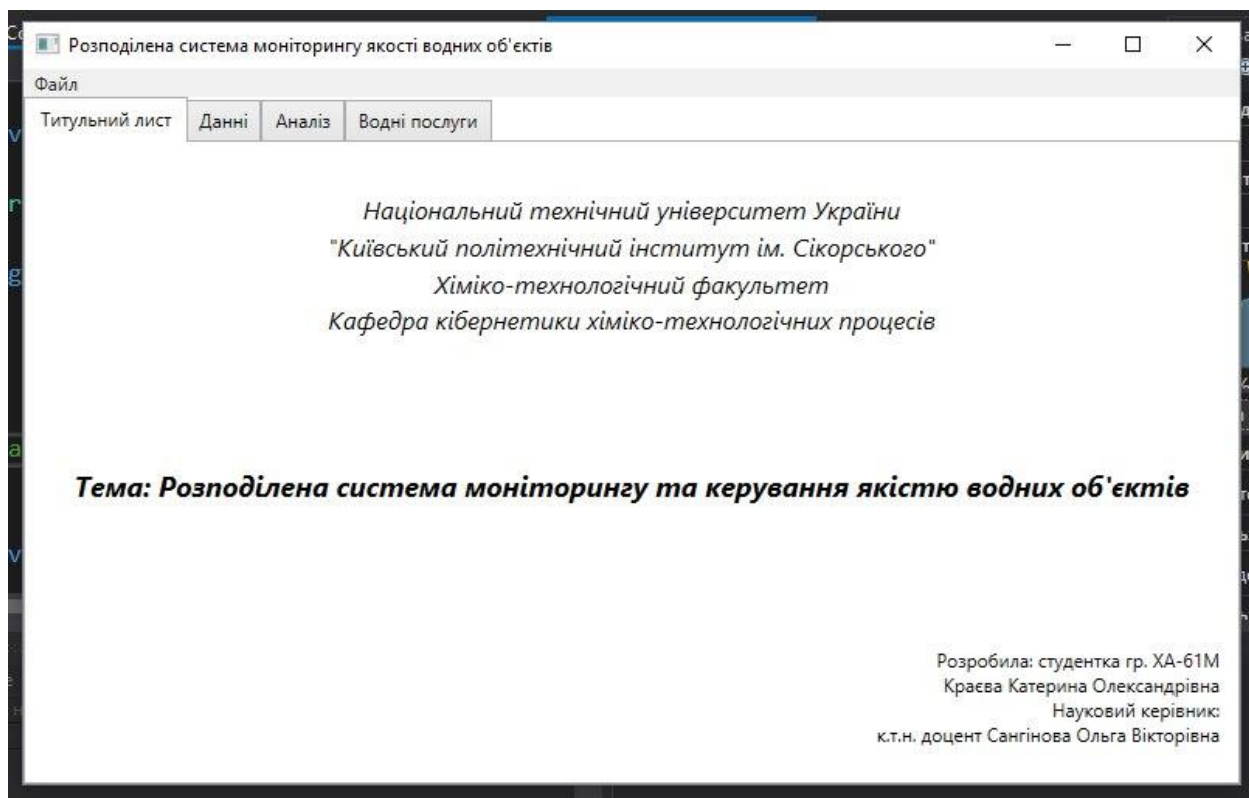


Рисунок 4.1 – Головне вікно програми розподіленої системи керування якістю водних об'єктів

За замовчуванням після запуску системи відкривається вікно підсистеми збору даних. Якщо порушень немає, поточні значення показників водних об'єктів відображаються у нормальному режимі, як показано на рис. 4.2.

Оператор має можливість переглядати дані водних об'єктів, вносити нові водні об'єкти, додавати показники водного об'єкту та якщо з'явиться новий стандарт додати і його. Наприклад, на рис. 4.3 показано як додається новий водний об'єкт, на рис. 4.4 – додається показник водного об'єкту, а на рис. 4.5 – показано як створюється новий стандарт і додається до певної таблиці в нашу БД.

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги

| Ім'я водного об'єкта | Час запису | Ім'я показника | Значення показника |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Кисень, мгО2/ дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Хлориди, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Сульфати, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Біхром. окисл., мгО2/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | БСК5, мгО2/ дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Азот амонійний, мгN/дм3 | 0.97 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Азот нітритний, мг N/дм3 | 0.38 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Азот нітратний, мгN/дм3 | 0.03 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Фосфати, мгР/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Залізо загальне, мг/дм3 | 1 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Манган, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0 |
| test | 5/5/2018 12:52:57 PM | test_ind | 13.99 |

Додати водний об'єкт Додати показник водного об'єкту Додати новий стандарт

Рисунок 4.2 – Відображення таблиці показників водних об'єктів

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги

| Ім'я водного об'єкта | Час запису | Ім'я показника | Значення показника |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Кисень, мгО2/ дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Хлориди, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Сульфати, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Біхром. окисл., мгО2/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | БСК5, мгО2/ дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | Додати новий водний об'єкт | | 97 |
| Кордон Новосанжарського райо | | | 38 |
| Кордон Новосанжарського райо | | | 03 |
| Кордон Новосанжарського райо | | | |
| Кордон Новосанжарського райо | Ім'я водного об'єкту | | Додати |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Манган, мг/дм3 | 0 |
| Кордон Новосанжарського райо | 2/18/2018 11:18:39 PM | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0 |
| test | 5/5/2018 12:52:57 PM | test_ind | 13.99 |

Додати водний об'єкт Додати показник водного об'єкту Додати новий стандарт

Рисунок 4.3 – Додавання нового водного об'єкту

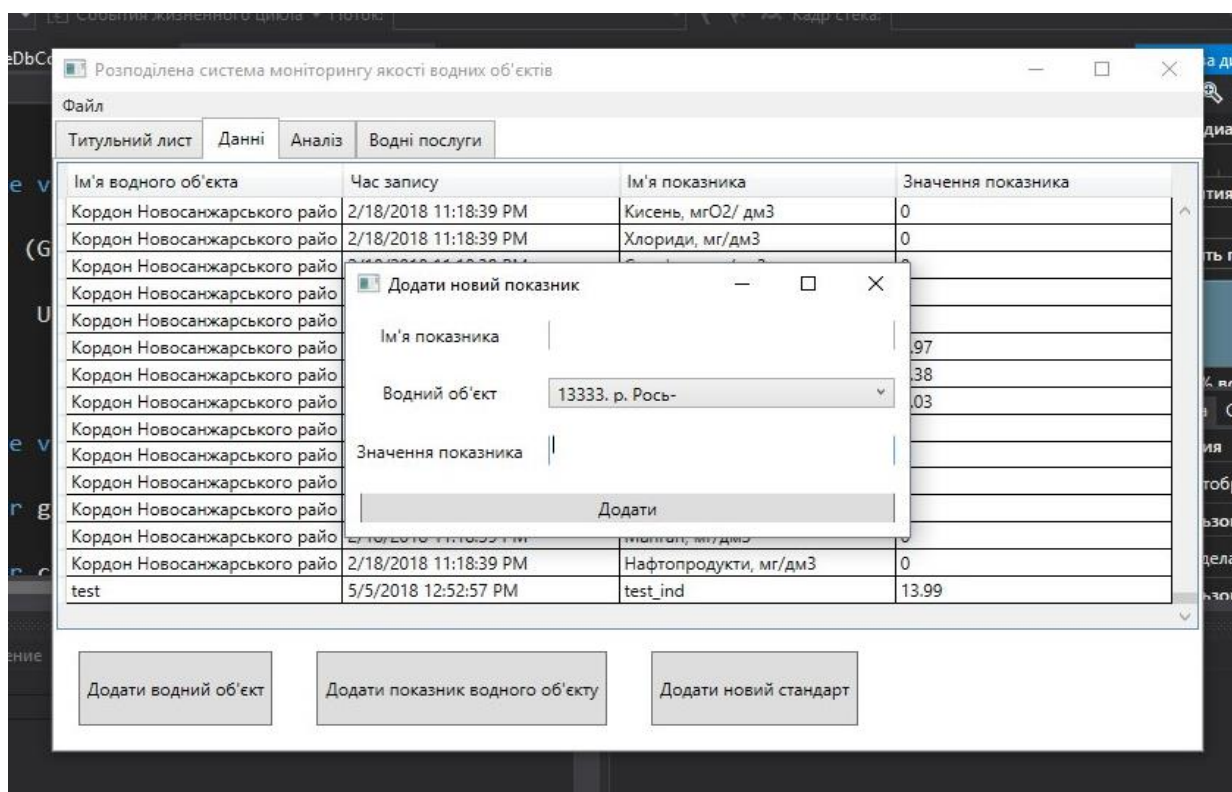


Рисунок 4.4 – Додавання нового показника водного об'єкт

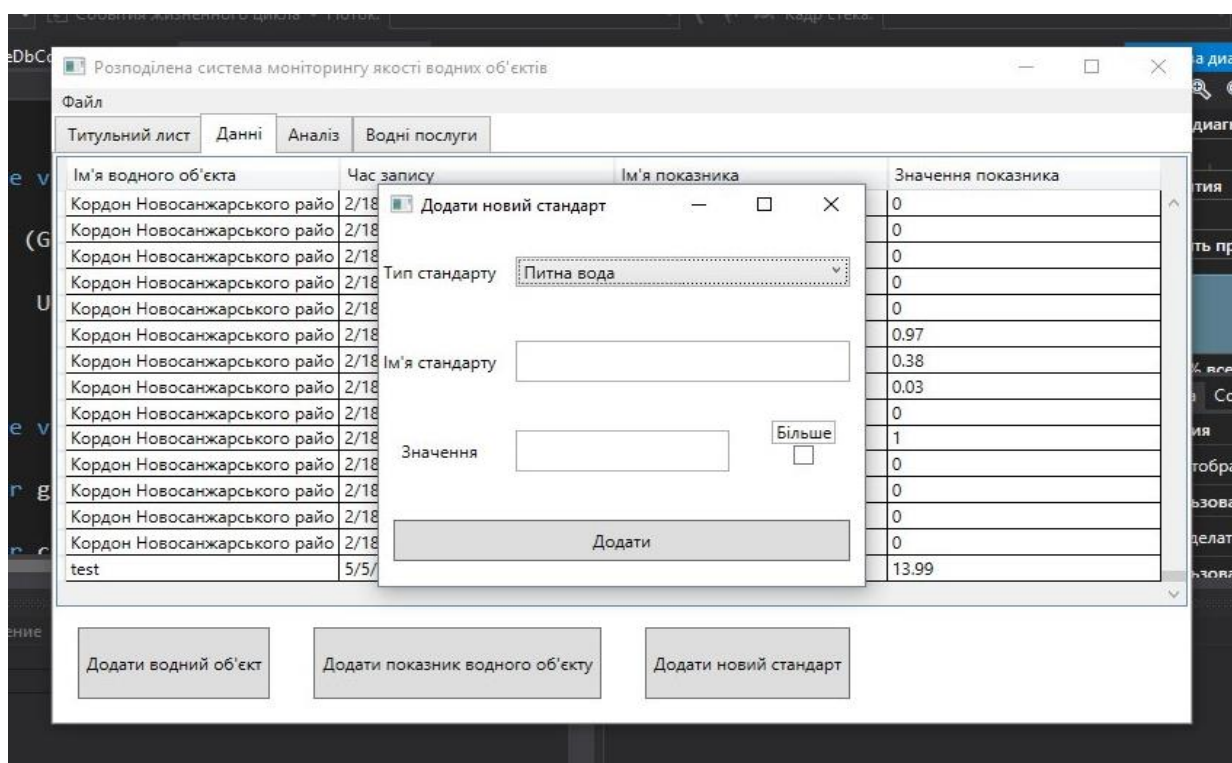


Рисунок 4.5 – Створення та додавання нового стандарту

Після роботи з даними для аналізу водних показників треба перейти до вкладки «Аналіз» рис. 4.6. На вкладці аналіз автоматично проводиться аналіз даних по певному стандарту. За умовчужанням це питна вода.

| Ім'я водного об'єкта | Ім'я показника | Значення показника |
|---|--------------------------|--------------------|
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Завислі речовини, мг/дм3 | 17.54 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Кисень, мгО2/ дм3 | 8.96 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Хлориди, мг/дм3 | 36.82 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Сульфати, мг/дм3 | 17.13 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Біхром. окисл., мгО2/дм3 | 33.32 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | БСК5, мгО2/ дм3 | 2.09 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Азот амонійний, мгN/дм3 | 0.38 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Азот нітритний, мг N/дм3 | 0.02 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Азот нітратний, мгN/дм3 | 0.14 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Фосфати, мгP/дм3 | 0.1 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Залізо загальне, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Манган, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сміт Іванків (1 км нижче се.) | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0.01 |
| 13319. р. Ірпінь-сміт Гостомель (0.6 км вище) | Завислі речовини, мг/дм3 | 9.14 |
| 13319. р. Ірпінь-сміт Гостомель (0.6 км вище) | Кисень, мгО2/ дм3 | 8.32 |

Рисунок 4.6 – Відображення вкладки «Аналіз»

У разі відхилення показника від норми він відображається червоним кольором. Якщо для показника не визначений стандарт він відображається жовтим кольором. Якщо відхилень немає, то показники відображаються зеленим.

Таблицю також можна відсортувати за певним водним об'єктом натиснувши кнопку всі водні об'єкти (рис. 4.7). Натиснувши кнопку Водні стандарти відкриється список із трьох стандартів обравши який зміниться ситуація у таблиці відповідно до обраного стандарту (рис. 4.8).

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги

Всі водні об'єкти

Питна вода

| | | |
|--|--------------------------|------|
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | | |
| 500 м вище місця випуску із о/с ОКВПВКГ «Миргородводоканал» (дільниця з експлуатації каналізаційного господарства смт. Велика Багачка) | | |
| 500 м вище місця скиду промислових стічних вод о/с філії Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго» | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с Дільниці каналізаційного господарства смт. Котельва КП ПОР «Полтававодоканал» | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ЖКП с. Петрівка-Роменська | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с Машівської дільниці водопровідно-каналізаційного господарства КП ПОР «Полтававодоканал» | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Гадячсир» | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Діорит» | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Оржицький молокозавод» | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод із Пирятинських госпрозрахункових очисних споруд | | |
| 500 м нижче місця випуску зворотних вод із о/с ОКВПВКГ «Миргородводоканал» | | |
| 500 м нижче місця випуску кар'єрної води з ВП «Крюківський кар'єр» філії «ЦУП» ПАТ «Укрзалізниця» | | |
| 500 м нижче місця випуску кар'єрної води з ВП «Редутський кар'єр» філії «ЦУП» ПАТ «Укрзалізниця» | | |
| 13316. р. Тетерів-сmt Іванків (1 км нижче сел.) | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сmt Іванків (1 км нижче сел.) | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сmt Іванків (1 км нижче сел.) | Манган, мг/дм3 | 0 |
| 13316. р. Тетерів-сmt Іванків (1 км нижче сел.) | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0.01 |
| 13319. р. Ірпінь-сmt Гостомель (0.6 км вище) | Завислі речовини, мг/дм3 | 9.14 |
| 13319. р. Ірпінь-сmt Гостомель (0.6 км вище) | Кисень, мгО2/ дм3 | 8.32 |

Рисунок 4.7 – Сортунання за водним об'єктом

Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів

Файл

Титульний лист Данні Аналіз Водні послуги

500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівськ

Питна вода

Питна вода

Рибгосп

Рекреаційна вода

| | | |
|---|--------------------------|------|
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Кисень, мгО2/ дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Хлориди, мг/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Сульфати, мг/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Біхром. окисл., мгО2/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | БСК5, мгО2/ дм3 | 1.2 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Азот амонійний, мгN/дм3 | 0.16 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Азот нітритний, мг N/дм3 | 0.63 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Азот нітратний, мгN/дм3 | 0.01 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Фосфати, мгP/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Залізо загальне, мг/дм3 | 1 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Мідь, мг/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Цинк, мг/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Манган, мг/дм3 | 0 |
| 500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр» | Нафтопродукти, мг/дм3 | 0 |

Рисунок 4.7 – Вибір водного стандарту

Також оператор має можливість переглянути підприємства, що надають водні послуги. Натиснувши вкладку «Водні послуги» відкривається вікно водних послуг (рис. 4.8). Обравши свій регіон (рис. 4.9) та водний об'єкт який знаходиться в цьому регіоні оператор бачить підприємство, що надає водні послуги в певному регіоні (рис. 4.10). В лівій частині знаходяться регіональні підприємства, а в правій підприємства, що надають послуги з лабораторної оцінки якості водних об'єктів.

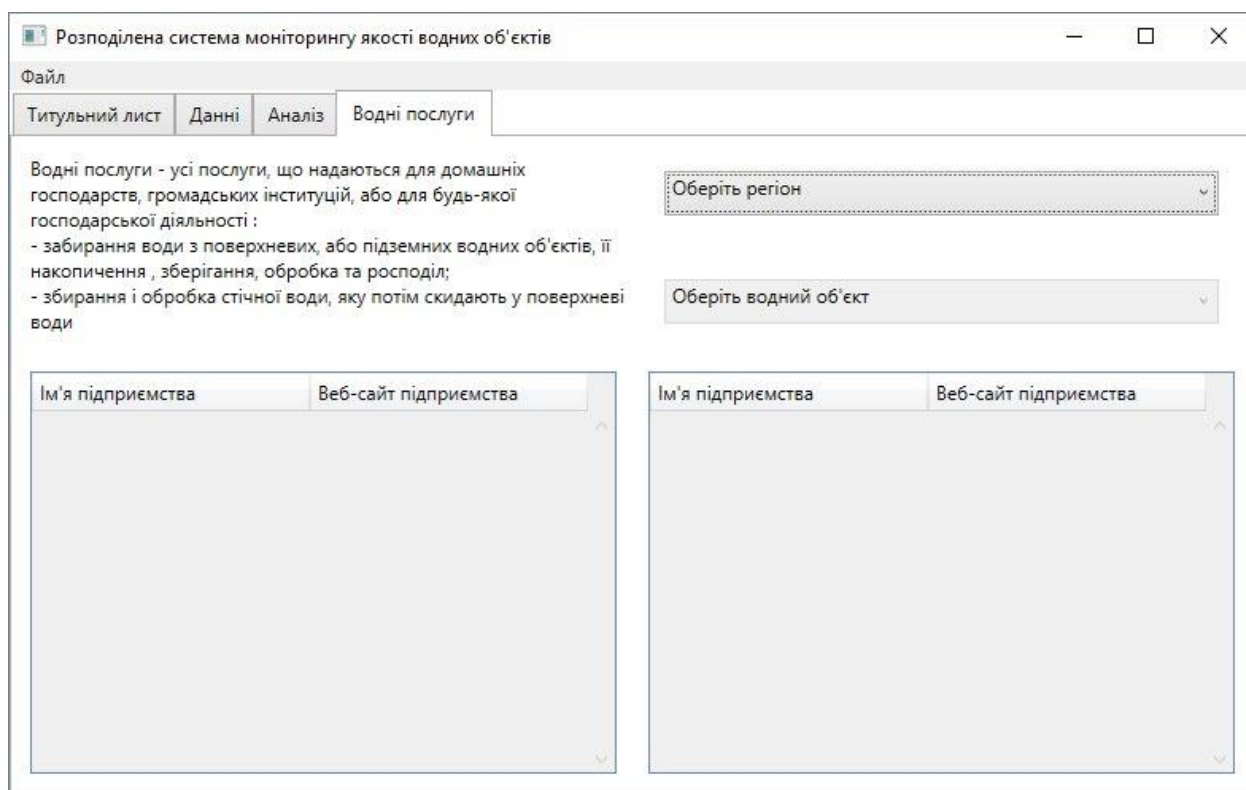


Рисунок 4.8 – Відображення вкладки «Водні послуги»

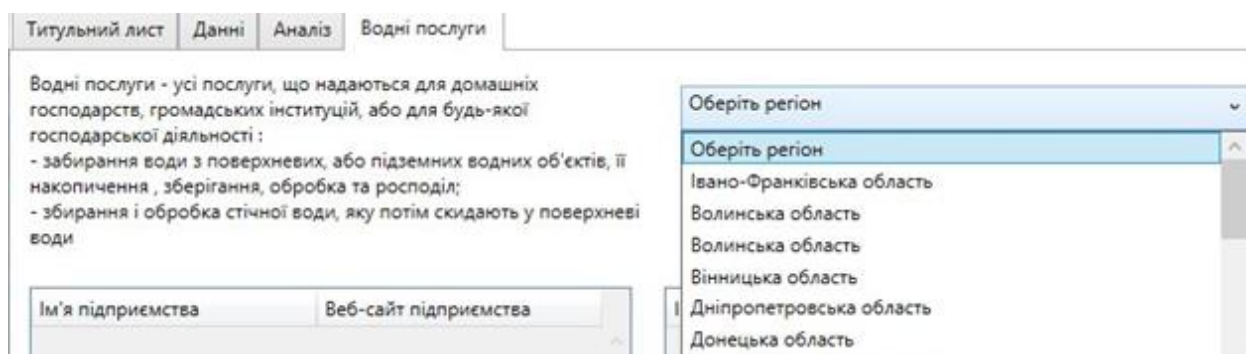


Рисунок 4.9 – Приклад вибору регіону

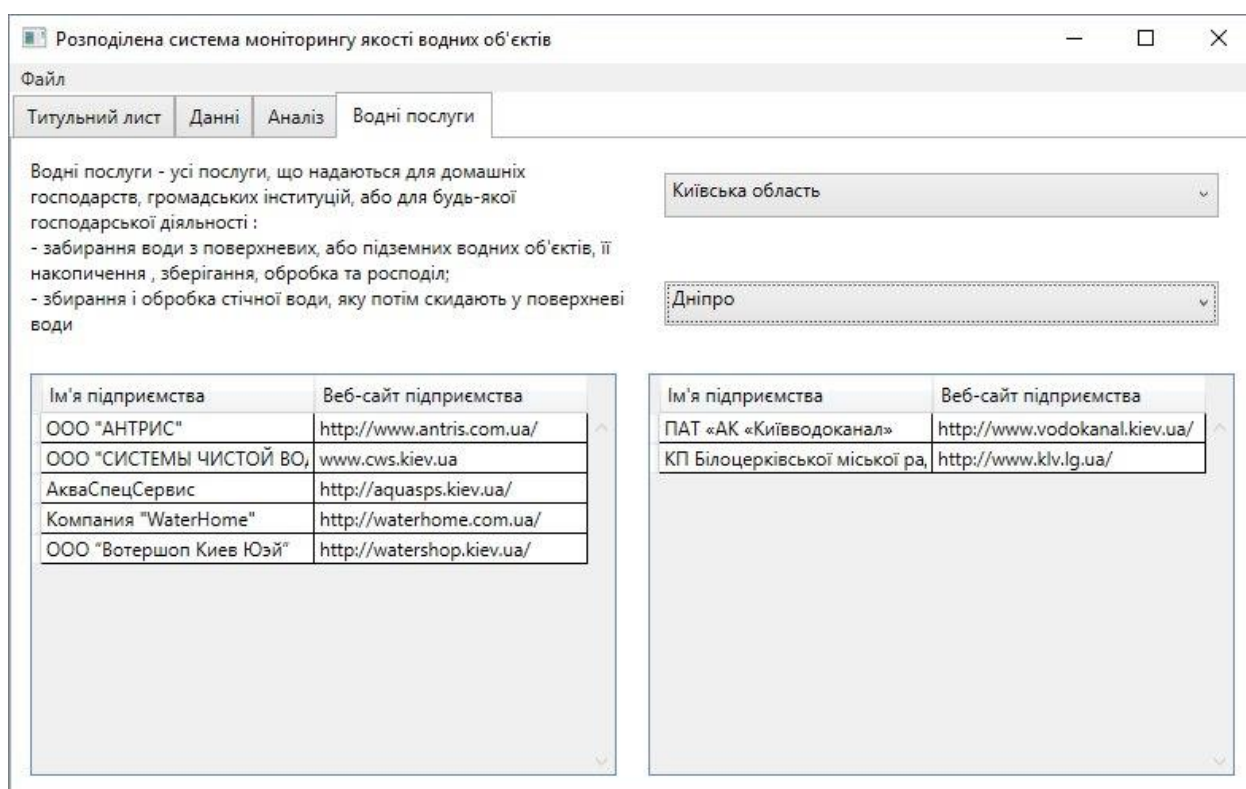


Рисунок 4.10 – Демонстрація результату вибору підприємств для регіону

Повернутись до головного вікна програми користувач може, натиснувши кнопку «Титульний лист». Для завершення роботи з програмою необхідно натиснути відповідну кнопку у верхньому правому кутку вікна або за допомогою «Файл», «Вихід» (рис. 4.11).

Також можна зберегти наші дані у файл Microsoft Office Word. Після натиску кнопки «Файл», «Зберегти аналіз у файл Word» або можна натиснути комбінацію клавіш «Ctrl+S».

Користувач може відкрити інформацію про програму «Файл», «Інформація про програму».

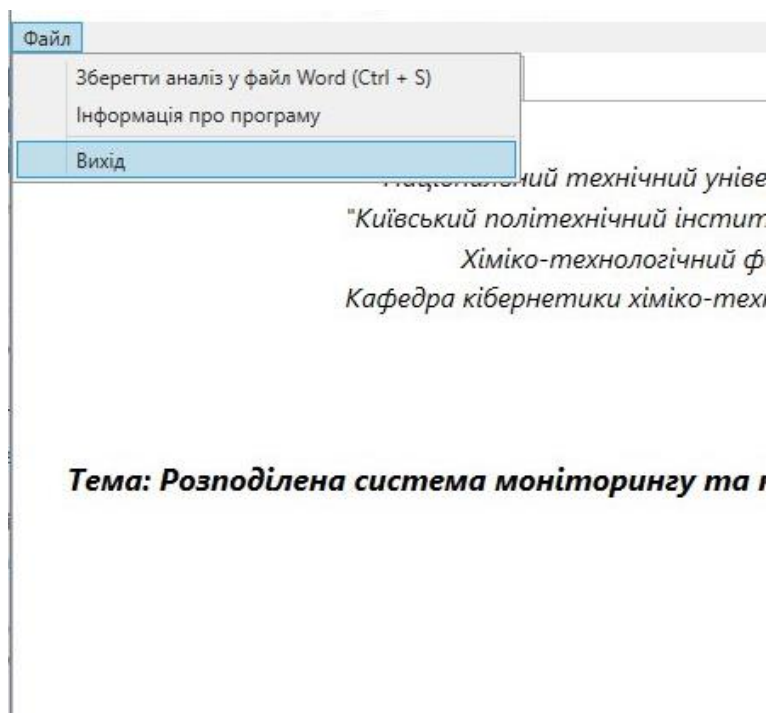


Рисунок 4.11 – Демонстрація меню «Файл»

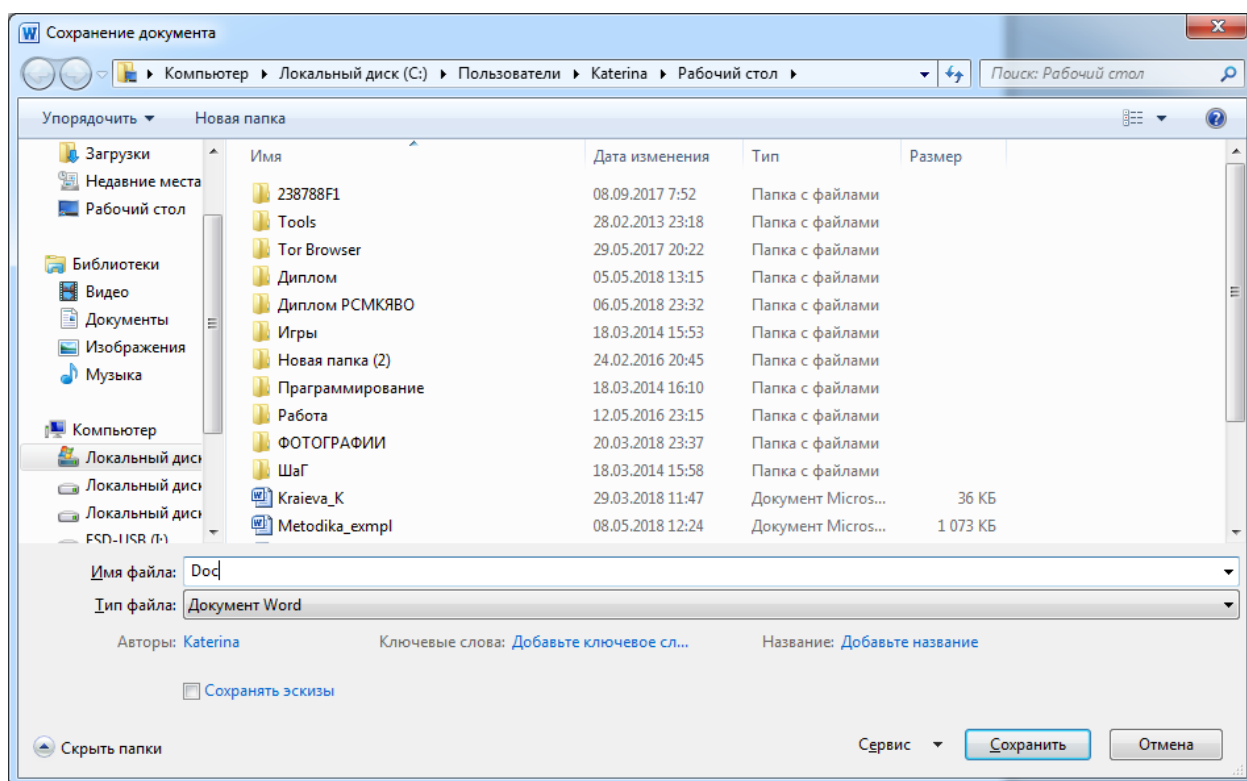


Рисунок 4.12 – Демонстрація збереження даних у файл Microsoft Office Word

Таким чином, розглянуто основні функції та режими роботи розподіленої системи керування якістю водних об'єктів.

4.6 Вимоги з випробувань програмних засобів

Випробування програмних засобів Розподіленої системи керування якістю водних об'єктів проводяться в процесі функціонального тестування Системи і її навантажувального тестування.

Інших вимог щодо випробувань програмних засобів Розподіленої системи керування якістю водних об'єктів не пред'являється.

4.7 Перелік робіт, що проводяться після завершення випробувань

За результатами випробувань робиться висновок про відповідність Розподіленої системи керування якості водних об'єктів вимогам ТЗ на Систему і можливості здачі Розподіленої системи керування якості водних об'єктів в досліdну експлуатацію. При цьому виробляється (при необхідності) доопрацювання програмних засобів і документації.

4.8 Умови і порядок проведення випробувань

Випробування Розподіленої системи керування якості водних об'єктів повинні проводитися на цільовому обладнанні Замовника. Обладнання повинно бути надано в тій конфігурації, яка запланована для початкового розгортання системи, і вказана в Технічному завданні.

Під час випробувань проводиться повне функціональне тестування, відповідно до вимог, зазначених у Технічному завданні.

При проведенні приймальних випробувань доступ до Системи надається обмеженому колу користувачів.

В ході проведення досліdної експлуатації для кожного зареєстрованого користувача Системи адміністратор визначає розділи Системи, до яких даний користувач отримає доступ для проведення повнофункціонального тестування. У момент авторизації здійснюється перевірка ролі і повноважень користувача, в залежності від яких користувачеві надається доступ до певних розділів Системи, а також визначається набір функціоналу, який відповідає завданням даного користувача.

Дані користувачі працюють з Системою, виконуючи свої службові обов'язки, тобто розміщують, редагують, публікують і видаляють вміст, піддаючи тим самим Розподіленої системи керування якості водних

об'єктів повнофункціональному тестуванню протягом встановленого терміну.

4.9 Матеріально-технічне забезпечення випробувань

Приймальні випробування проводяться на програмно-апаратному комплексі Замовника в наступній мінімальній конфігурації:

Серверна майданчик:

- Обладнання, виділене Замовником на території для проведення приймальних випробувань.

Робоче місце:

- ПК в складі АРМ користувача;
- Операційна система MS Windows 7;
- Програми MS Internet Explorer версії 6.0 або вище, Mozilla Firefox версії 2.0 або вище.

4.10 Метрологічне забезпечення випробувань

Програма випробувань не вимагає використання спеціалізованого вимірювального обладнання.

4.11 Висновки до розділу 4

Результати випробувань Розподіленої системи керування якості водних об'єктів, передбачені цією програмою, фіксуються в протоколах, що містять такі розділи:

- Призначення випробувань і номер розділу вимог ТЗ на Розподіленої системи керування якості водних об'єктів, за яким проводять випробування;

- Склад технічних і програмних засобів, які використовуються при випробуваннях;
- Вказівка методик, відповідно до яких проводилися випробування, обробка і оцінка результатів;
- Умови проведення випробувань і характеристики вихідних даних;
- Засоби зберігання і умови доступу до тестуючої програмі;
- Узагальнені результати випробувань;
- Висновки про результати випробувань і відповідно створеної Системи певного розділу вимог ТЗ на Розподіленій системі керування якістю водних об'єктів.

У протоколах можуть бути занесені зауваження персоналу по зручності експлуатації Системи.

Етап проведення попередніх випробувань завершується оформленням звіту з магістерської роботи на тему Розподілені системи керування якістю водних об'єктів.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано структуру інформаційної системи для реалізації розподіленої системи моніторингу та керування якістю водних об'єктів. Визначено структури баз даних, що відповідають вимогам до функціонування інформаційної системи.

2. Проведено аналіз показників якості води, що відповідають ГДК СанПіН та виділено показники для формування рекомендацій з використання водних об'єктів.

3. Розроблено алгоритм вирішення завдань та обробки інформації системою, сформовано сукупність загального та спеціального програмного забезпечення для обслуговування інформаційної системи.

4. Визначено складові технічного забезпечення системи та їх призначення. Виділено пристрої вимірювання, перетворення, передачі, зберігання, обробки та відображення інформації, приведена схема технічного забезпечення комп'ютерно-інтегрованої системи.

5. Запропоновано структури баз даних водних об'єктів та водних послуг. Структура бази даних дозволяє зберігати та аналізувати дані з метою виявлення даних, що не відповідають ГДК СанПіН.

7. Створено користувацький доданок оператора клієнтської станції. Інтерфейс для роботи клієнтської станції було реалізовано мовою програмування C#.

8. Розроблено модель прогнозування якості водних об'єктів за допомоги програми STAR та розв'язанням її числовим методом Рунге-Кутта.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інформаційний портал Українського водного товариства [Електронний ресурс] / Water.NET. Українське водне товариство. – Режим доступу : \WWW/ URL: <http://waternet.ua/uk/> - 19.04.2017 г. - Назва з екрану.
2. Water Techonline [Електронний ресурс] – Режим доступу : \WWW/ URL: <http://www.watertechonline.com/> - 19.04.2017 г. - Назва з екрану.
3. Водно Рамкова Деректива [Електронний ресурс] / Режим доступу : \WWW/ URL: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>- 19.04.2017 г. – Назва з екрану.
4. Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами [Текст] : учебное пособие / И. М. Астрелин, Е. Герасимов, А. Гириль и др. ; под общ. ред. И. Астрелина и Х. Ратнавиры. – Проект «WaterHarmony», 2015. – 614 с
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 - ДСанПіН 2.2.4-400-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Текст] . - Чинний від 2010-07-01. – К. :Держспоживстандарт України, 2010. – 43 с.
6. Water Evaluation And Planning [Електронний ресурс] / Оценка водных ресурсов и планирование. – Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.weap21.org/> WEAP / – 19.06.2016 г. – Назва з екрану.
7. Когаловский, М. Р. Энциклопедия технологий баз данных [Текст] / М. Р. Когаловский. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 800 с.
8. Громов, Г.Р. Очерки информационной технологии [Текст] / Г. Р. Громов. – М.: ИнфоАрт, 1992. – 331 с.
9. Хільчевський, В. К. Основи гідрохімії [Текст] : Підручник / В. К. Хільчевський, В. І. Осадчий, С. М. Курило. – К. : Ніка-Центр,

2012. – 312 с.

10. Мокін, В. Б. Інформаційна технологія проектування систем обробки даних спостережень якості вод [Текст] : Монографія / В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт, М. П. Боцула. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 203 с.

11. Державна система моніторингу довкілля [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. Інформаційно-аналітичний центр Державної системи моніторингу довкілля. – Режим доступу: \WWW/ URL: <http://www.ecobank.org.ua/> – 19.06.2016 р. – Назва з екрану.

12. Все о туризме [Електронний ресурс] – Режим доступу: \WWW/ URL: http://tourlib.net/books_ukr/fomenko33.htm/ – 19.06.2016 р. – Назва з екрану.

13. Географіка географічний портал [Електронний ресурс] – Режим доступу: \WWW/ URL: http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/fizichna_geografija_ukrajini/vodni_resursi_ukrajini_gidrologichne_rajonuvannja/39-1-0-535/ – 10.05.2018 р. – Назва з екрану.

14. Водний Кодекс України [Текст] . - Чинний від 1995-06-06. – К. :Верховна Рада України, 1995. – 189 с.

15. O8ode.ru [Електронний ресурс] – Режим доступу: \WWW/ URL: <http://www.o8ode.ru/article/planetwa/mere/heavy.htm/> – 10.05.2018 р. – Назва з екрану.

16. Постанова Про затвердження порядку здійснення державного моніторингу вод [Текст] . - Чинний від 1995-07-20. – К. :Кабінет міністрів України, 1996. – 59 с.

17. Розподілені системи моніторингу [Електронний ресурс] / доступу: \WWW/ URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki-](https://uk.wikipedia.org/wiki/) 14.05.2016 г. – Назва з екрану.

18. Гайдамакин, Н. А. Автоматизированные информационные

системы, базы и банки данных. Вводный курс [Текст] / Н. А. Гайдамакин. – М.: Гелиос АРЕ, 2002. – 368 с.

19. Краєва К. О. Аналіз та інтерпретація статистичної інформації у процесі моніторингу якості водних об'єктів України. VII Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології : / Збірник тез доповідей – Київ. –2018. – С 207.

20. Сангінова О. В., Краєва К. О., Андріюк В. К., Архіпова А. О. База даних водних об'єктів та послуг системи моніторингу якості водних ресурсів. Шоста міжнародна науково-практична конференція «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку»: / Збірник наукових статей – Київ. –2018. – С 214-216.

21. Olga Sanginova, Sergii Bondarenko, Valentyna Andriiuk, Kateryna Kraieva. Distributed system for monitoring and forecasting of water bodies quality. Academic Journal and Conferences «Environmental problems (Vol. 2, No. 4, 2017)»: / Збірник наукових статей –Львів. –2017. – С 221-225.

22. Комплекс программ расчета процесса химводоочистки на основе математической модели / [И. В. Комарова, Н. К. Галкина, Б. Г. Анфилов та ін.]. // Наука производству. – 1998. – №2(4). – С. 53–56.

23. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Математичне моделювання та застосування ЕОМ в хімічній технології" – Днепропетровск: НМетАУ, 2010. – 32 с. – (Сост.: І. В. Голуб).

24. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Математичне моделювання та застосування електроннообчислювальних машин в хімічній технології» / [Т. В. Бойко, В. І. Бендюг, І. О. Потяженко та ін.]. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 126 с.

25. Бондарь А. Г. Математическое моделирование в химической технологии / А. Г. Бондарь. – К.: Вища школа, 1973. – 280 с.

26. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
27. ГОСТ 24.104-85. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
28. Максимов, Н. В. Компьютерные сети [Текст] : учебное пособие. / Н. В. Максимов, И. И. Попов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 336 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – порівняння нормативів якості поверхневих вод призначених для питних потреб

| Показник | Україна — ДСанПін 2.2.4-171-10 | Нормативи якості води питної | | | | | | | | | | ВООЗ |
|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------------------|
| | | ЄС — Директиви 98/83/ЄС, 75/440/ЄС | | | | | | | | | | |
| | | A1 | | A2 | | A3 | | | | | | |
| | | G | I | G | I | G | I | G | I | G | I | |
| Температура, °С | 20 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | |
| Запах, бали | 2 | 3 | - | 10 | - | 20 | - | | | | | Без аномальних змін |
| Колір, см | 10 | Без аномальних змін | | | | | | | | | | Без аномальних змін |
| Жорсткість, мг-екв/дм³ | 7 (10)** | 12 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 200 |
| Мінералізація, мг/ дм³ | 1000 (1500)** | 1500 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 600 |
| Хлориди, мг Cl/дм³ | 250 (350)** | 200 | - | 200 | - | 200 | - | 200 | - | 200 | - | 250 |
| Сульфати, мг SO₄/дм³ | 250 (500)** | 150 | 250 | 150 | 250 | 150 | 250 | 150 | 250 | 150 | 250 | 250 |
| Натрій, мг Na/дм³ | 200 | 200 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 200 |
| Кальцій, мг Ca/дм³ | - | 150 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Магній, мг Mg/дм³ | 80 | 80 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Завислі речовини, мг/дм³ | 0,25 + фон | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Водневий показник, pH | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 | - | 5,5-9,5 | - | 5,5-9,5 | - | 5,5-9,5 | - | 5,5-9,5 | - | 6,5- 8 |
| Розчинний кисень, мгO₂/дм³ | ≥4,0 | 5 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Насиченість, % | 60 | >70% | - | >50 | - | >30 | - | >30 | - | >30 | - | >70% |
| БСК₅, мг O₂/дм³ | <4 | ≤3 | - | <5 | - | <7 | - | <7 | - | <7 | - | <5 |
| ХСК (Mn), мг O₂/дм³ | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ХСК (Cr), мг O₂/дм³ | 15 | - | - | - | - | - | - | 30 | - | 30 | - | 15 |
| Аміак, мг N/дм³ | 2 | 0,05 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,5 |
| Азот амонійний, мг N/дм³ | 0,5 (2,6)** | 0,5 | - | 1 | 1,5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1,5 |
| Азот нітратний, мг N/л | 50 | 25 | 50 | - | 50 | - | 50 | - | 50 | - | 50 | 11,3 |
| Азот нітритний, мг N/дм³ | 0,5 (0,1)** | 0,5 ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 |

Продовження таблиці А.1

| | | | | | | | | | |
|--|------------|---------------------------------|------|---------------------------------|------|-------|------|---|-----------|
| Фосфати, мг P/дм ³ | – | 50 ⁽¹⁾ | – | – | – | – | – | – | 5 |
| Фосфати, мг PO ₄ /дм ³ | 3,5 | 0,4 | – | – | – | 0,7 | – | – | – |
| Залізо загальне, мкг Fe/ дм ³ | 200 | 100 | 300 | 1000 | 2000 | 1000 | – | – | 200 |
| Кадмій, мкг Cd/ дм ³ | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | – | 3 |
| Кобальт, мкг Co/ дм ³ | 100 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Марганець, мкг Mn/ дм ³ | 50 (500)** | 50 | – | 100 | – | 1000 | – | – | 500 |
| Мідь, мкг Cu/ дм ³ | 1000 | 20 | 50 | 50 | – | 1000 | – | – | 2000 |
| Миш'як, мкг As/ дм ³ | 10 | 10 | 50 | – | 50 | 50 | 100 | – | 10 |
| Нікель, мкг Ni/ дм ³ | 20 | 20 ⁽¹⁾ | – | – | – | – | – | – | 20 |
| Ртуть, мкг Hg/ дм ³ | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | – | 1 |
| Свинець, мкг Pb/ дм ³ | 10 | – | 50 | – | 50 | – | 50 | – | 10 |
| Хром (3+), мкг Cr/ дм ³ | – | – | – | – | – | – | – | – | 50 |
| Хром (6+), мкг Cr/ дм ³ | 50* | 50 ^{*(1)} | – | – | – | – | – | – | 50* |
| Цинк, мкг Zn/ дм ³ | 1000 | 500 | 3000 | 1000 | 5000 | 1000 | 5000 | – | 3000 |
| Ціаніди, мкг CN/ дм ³ | 50 | 50 ⁽¹⁾ | – | – | – | – | – | – | 70 |
| Нафтопродукти, мкг/дм ³ | 100 | 50 ⁽¹⁾ | – | – | – | – | – | – | – |
| СПАР, мкг/дм ³ | 500 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Феноли, мкг/дм ³ | 1 | 1 ⁽¹⁾ | – | – | – | – | – | – | 1 |
| Пестициди (заг), мкг/дм ³ | 0,5 | 0,5 ⁽¹⁾ | – | – | – | – | – | – | – |
| ДДТ, мкг/дм ³ | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 |
| Загальна к-ть коліформ кількість/100мл | 100 (t=37) | 50 (t=37) | – | 5000 | – | 50000 | – | – | 50 (t=37) |
| Фекальні кількість/100мл | Відсутні | 20 | – | 2000 | – | 20000 | – | – | Відсутні |
| Сальмонела, кількість/100мл | – | Відсутні у 5 дм ³ | – | Відсутні у 1 дм ³ | – | – | – | – | – |

« - » - норматив не визначено;

* - хром загальний;

** показник, встановлений головним державним санітарним лікарем;

(1) – нормативні значення, встановлені Директивою 98/83/ЄС;

G – обов'язкові нормативи, 75/440/ЄС;

I – бажані нормативи, 75/440/ЄС.

Таблиця А.2 – порівняння нормативів якості поверхневих вод для рекреаційного призначення

| Показник | Нормативи якості води для рекреаційних потреб | | | |
|---|---|---------------------|----------------|----------------|
| | Україна | ЄС | | |
| | | Директива 76/160/ЄС | | |
| | СанПін 4630-88 | G | I | |
| Температура води, °C | – | – | – | – |
| Колір, см | 10 | Без явних змін | Без явних змін | Без явних змін |
| Жорсткість, мг-екв/дм ³ | 7 | – | – | – |
| Мінералізація, мг/дм ³ | 1000 | – | – | – |
| Хлориди, мг Cl/дм ³ | 350 | – | – | – |
| Сульфати, мг SO ₄ /дм ³ | 500 | – | – | – |
| Натрій, мг Na/дм ³ | 200 | – | – | – |
| Магній, мг Mg/дм ³ | – | – | – | – |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | 0,75 + фон (30) | – | – | – |
| Водневий показник, pH | 6,5-8,5 | 6,0 - 9,0 | – | 7,0 - 9,0 |
| Розчинний кисень, мг O ₂ /дм ³ | ≥4,0 | – | – | – |
| Насиченість, % | – | – | – | – |
| БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³ | ≤6 (при t=20) | – | – | – |
| ХСК (Mn), мг O ₂ /дм ³ | 30 | – | – | – |
| Азот амонійний, мг N/дм ³ | 2 | – | – | – |
| Азот амонійний мг NH ₄ /дм ³ | 0,5 | 0,1 | – | – |
| Азот нітратний, мг N/дм ³ | 10,15 | 5 | – | – |
| Азот нітратний, мг NO ₃ /дм ³ | 45 | – | – | – |
| Азот нітритний, мг N/дм ³ | 1 | – | – | – |
| Азот нітритний, NO ₂ /дм ³ | 3,3 | – | – | – |
| Фосфати, мг P/дм ³ | 1,14 | – | – | – |
| Фосфати, мг PO ₄ /дм ³ | 3,5 | 0,2 | – | – |

Продовження таблиці А.2

| | | | |
|---|------------|------------|-------|
| Силікати, мг $\text{SiO}_3/\text{дм}^3$ | 30 | | – |
| Залізо загальне, мкг $\text{Fe}/\text{дм}^3$ | 300 | 200 | – |
| Кадмій, мкг $\text{Cd}/\text{дм}^3$ | – | 0,9 | – |
| Кобальт, мкг $\text{Co}/\text{дм}^3$ | – | – | – |
| Марганець, мг $\text{Mn}/\text{дм}^3$ | – | – | – |
| Мідь, мкг $\text{Cu}/\text{дм}^3$ | 1000 | – | – |
| Миш'як, мкг $\text{As}/\text{дм}^3$ | 50 | 50 | – |
| Нікель, мкг $\text{Ni}/\text{дм}^3$ | 100 | 20 | – |
| Ртуть, мкг $\text{Hg}/\text{дм}^3$ | 0,5 | 1 (0,07) | – |
| Свинець, мкг $\text{Pb}/\text{дм}^3$ | 30 | 20 (7,2) | – |
| Хром (3+), мкг $\text{Cr}/\text{дм}^3$ | 500 | – | – |
| Хром (6+), мкг $\text{Cr}/\text{дм}^3$ | 50 | 20 | – |
| Цинк, мкг $\text{Zn}/\text{дм}^3$ | 1000 | – | – |
| Ціаніди, мкг $\text{CN}/\text{дм}^3$ | 100 | 50 | – |
| Нафтопродукти, мкг/дм ³ | 300 | ≤ 300 | – |
| СПАР, мкг/дм ³ | 500 | ≤ 300 | – |
| Феноли, мкг/дм ³ | 1 | ≤ 5 | – |
| Пестициди, мкг/дм ³ | 100 | 1 | – |
| Ліндан, мкг/дм ³ | 4 | – | – |
| ДДТ, мкг/дм ³ | 100 | 25 | – |
| Коліформи, кількість/дм ³ | ≤ 100 | 50* | 100* |
| Фекальні колі форми, кількість/дм ³ | – | 100* | 2000* |
| Фекальні стрептококи, кількість/дм ³ | – | 100* | – |
| Сальмонела, кількість/дм ³ | – | – | – |
| Ентеровіруси, кількість/дм ³ | – | – | – |

« - » - норматив не визначено;

* - на 100 см³. ** - на 100 дм³.

Таблиця А.3 – порівняння нормативів якості поверхневих вод для рибогосподарського призначення

| Показник | Нормативи якості вод рибогосподарського призначення | | | | |
|--|---|--|-----------------|--------------------|--------------|
| | Україна | ЄС | | | |
| | | Директиви 2006/44/ЄС, 76/464/ЄС, 78/659/ЄС | | | |
| | | Лососеві | | Карпові | |
| | | G | I | G | I |
| Температура води, °C | 28 | – | 21,5 10* | – | 28 10* |
| Прозорість, см | – | – | – | – | – |
| Мінералізація, мг/дм ³ | 1000 | – | – | – | – |
| Жорсткість, мг-екв/ дм ³ | 7 | – | – | – | – |
| Хлориди, мг Cl/ дм ³ | 300 | – | – | – | – |
| Сульфати, мг SO ₄ / дм ³ | 100 | – | – | – | – |
| Натрій, мг Na/ дм ³ | 120 | – | – | – | – |
| Калій, мг K/ дм ³ | 50 | – | – | – | – |
| Кальцій, мг Ca/ дм ³ | 180 | – | – | – | – |
| Магній, мг Mg/ дм ³ | 50 | – | – | – | – |
| Завислі речовини, мг/ дм ³ | 20 | ≤25 | – | ≤25 | – |
| Водневий показник, pH | 6,5-8,5 | 6,0 - 9,0 | – | 6,0 - 9,0 | – |
| Розчинний кисень, мгO ₂ / дм ³ | >6,0 | 50% > 9 100% > 7 | 50% > 9 >6,0 | 50% > 8 100% >7 | 50% >7 >4 |
| БСК ₅ , мг O ₂ / дм ³ | 2 | ≤3 | – | ≤6 | – |
| ХСК (Cr), мг O ₂ / дм ³ | 2 | – | – | – | – |
| ХСК (Mn), мг O ₂ / дм ³ | 20 | – | – | – | – |
| Азот загальний амонійний, мг N/ дм ³ | 0,05 | ≤0,04 | ≤1 | ≤0,2 | ≤1 |
| Азот амонійний, мг N/ дм ³ | 0,39 | ≤0,005 | ≤0,025 | ≤0,005 | ≤0,025 |
| Азот амонійний, мг NH ₄ / дм ³ | 0,5 | 0,8 | – | 0,8 | – |
| Азот нітратний, мг N/ дм ³ | 9,1 | – | – | – | – |
| Азот нітратний, мг NO ₃ / дм ³ | 40 | – | – | – | – |
| Азот нітритний, мг N/ дм ³ | 0,02 | ≤0,01 | – | ≤0,03 | – |
| Азот нітритний, мг NO ₂ / дм ³ | 0,08 | – | – | – | – |
| Азот загальний, мг N/ дм ³ | 1,0 | ≤0,04 | ≤1,0 | ≤0,2 | ≤1,0 |
| Фосфати, мг P/ дм ³ | 0,2 | 0,2 | – | 0,4 | – |
| Фосфати, мг PO ₄ / дм ³ | 3,5 | – | – | – | – |
| Силікати, мг SiO ₃ / дм ³ | 30 | – | – | – | – |
| Залізо загальне, мкг Fe/ дм ³ | 5 (100) | – | – | – | – |
| Кадмій, мкг Cd/ дм ³ | 5 | – | – | – | – |
| Кобальт, мкг Co/ дм ³ | 10 | – | – | – | – |
| Марганець, мг Mn/ дм ³ | 10 | – | – | – | – |
| Мідь, мкг Cu/ дм ³ | 1 | <0,4 11,2** | – | <0,04 11,2** | – |

Продовження таблиці А.3

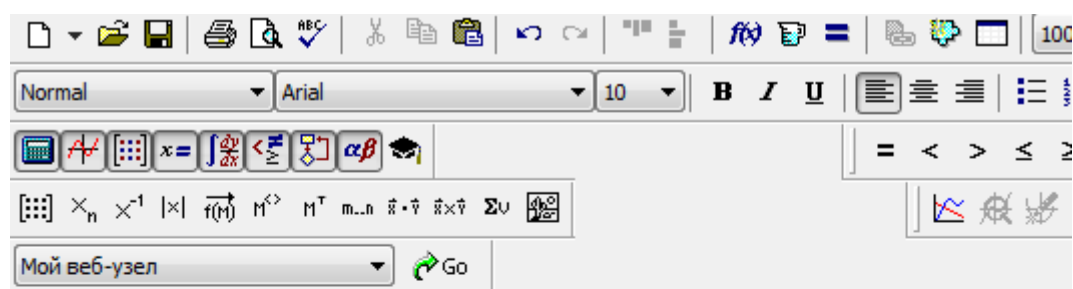
| | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------|-----|---------|------|
| Миш'як, мкг As/ дм ³ | 50 | – | – | – | – |
| Нікель, мкг Ni/ дм ³ | 10 | – | – | – | – |
| Ртуть, мкг Hg/ дм ³ | 0,01 відсутня | – | – | – | – |
| Свинець, мкг Pb/ дм ³ | 100 | – | – | – | – |
| Хром (3+), мкг Cr/ дм ³ | – | – | – | – | – |
| Хром (6+), мкг Cr/ дм ³ | 1 | – | – | – | – |
| Цинк, мкг Zn/ дм ³ | 10 | ≤500** | 300 | ≤2000** | 1000 |
| Ціаніди, мкг CN/ дм ³ | 50 | – | – | – | – |
| Нафтопродукти, мкг/ дм ³ | 50 | – | – | – | – |
| СПАР, мкг/ дм ³ | 100 | – | – | – | – |
| Феноли, мкг/ дм ³ | 1 | – | – | – | – |
| Пестициди, мкг/ дм ³ | 4 | – | – | – | – |

« - » - норматив не визначено;

* - температура в період розмноження;

** - вміст кальцій гідрокарбонату у поверхневих водах Західної Грузії перевищує 100 мг Ca(HCO₃)₂/дм³.

ДОДАТОК Б

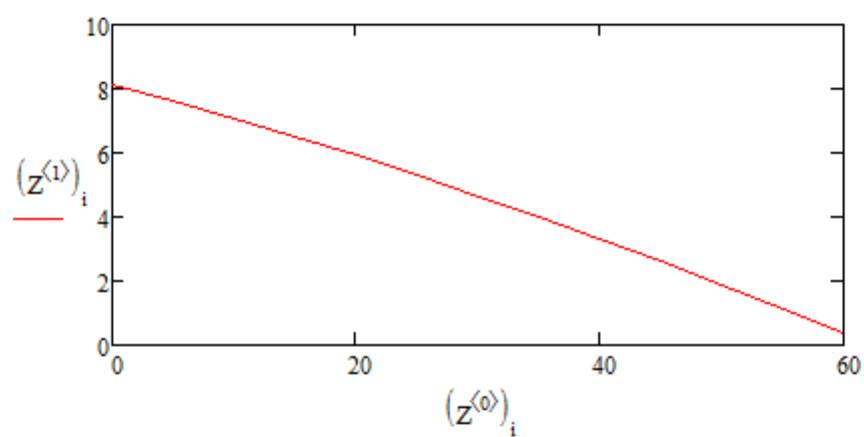


$$y_0 := 8.15$$

$$D(x, y) := \frac{-1}{80.789} \cdot y_0 - \frac{0.19765}{80.789} \cdot x$$

$$Z := \text{rkfixed}(y, 0, 60, 12, D)$$

$$i := 0 \dots \text{rows}(Z) - 1$$



$Z =$

| | 0 | 1 |
|----|----|-------|
| 0 | 0 | 8.15 |
| 1 | 5 | 7.631 |
| 2 | 10 | 7.084 |
| 3 | 15 | 6.51 |
| 4 | 20 | 5.911 |
| 5 | 25 | 5.289 |
| 6 | 30 | 4.646 |
| 7 | 35 | 3.981 |
| 8 | 40 | 3.297 |
| 9 | 45 | 2.595 |
| 10 | 50 | 1.875 |
| 11 | 55 | 1.14 |
| 12 | 60 | 0.389 |

ДОДАТОК В

Лістинг бази districts_manufactures.db

```
BEGIN TRANSACTION;
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_object` (
  `ID` INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  `Name` TEXT NOT NULL,
  `DistrictID` INTEGER,
  FOREIGN KEY(`DistrictID`) REFERENCES `district`(`ID`)
);
INSERT INTO `water_object` (ID,Name,DistrictID) VALUES (1,'Дніпро',9),
(2,'Припять',9),
(3,'Десна',17),
(4,'Псеп',17),
(5,'Самара',3),
(6,'Сула',15),
(7,'Тетерів',5),
(8,'Ворскла',15),
(9,'Інгулець',20),
(10,'Рось',22),
(11,'Горинт',18),
(12,'Случ',16),
(13,'Дністер',21),
(14,'Південний Буг',14),
(15,'Синюха',13),
(16,'Прут',8),
(17,'Тиса',6),
(18,'Сіверський Донець',4),
(19,'Оскіл',11),
(20,'Західний Буг',2),
(21,'Сян',12);
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `manufacture` (
  `ID` INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  `Name` TEXT NOT NULL,
  `WebSite` TEXT,
  `DistrictID` INTEGER,
  `MakesQualityAnalysis` INTEGER NOT NULL DEFAULT 0,
  FOREIGN KEY(`DistrictID`) REFERENCES `district`(`ID`)
);
INSERT INTO `manufacture` (ID,Name,WebSite,DistrictID,MakesQualityAnalysis) VALUES (1,'ОКБП
„Дніпро – Кіровоград','http://dnipro-kirovograd.com.ua/index.php?p=main',10,0),
(2,'КП «Вінницяоблводоканал»','http://www.vodokanal.vinnitsa.com/',1,0),
(3,'КП «Луцькводоканал»','http://vd.lutsk.ua/',2,0),
(4,'МКП «Миколаївводоканал»','http://www.vodokanal.mk.ua/',13,0),
(5,'КП «Дніпроводоканал» Дніпропетровської міської ради','http://www.dniprovodokanal.dp.ua/',3,0),
(6,'КП «Донецькмиськводоканал» Донецької міської ради','http://www.wdk.dn.ua/',4,0),
(7,'КП «Компанія «Вода Донбасу»','http://www.voda.dn.ua/',4,0),
(8,'КП «Житомирводоканал»','http://vodokanal-zt.org.ua/',5,0),
(9,'ТЗОВ «Водоканал Карпатвіз»','http://www.karpatviz.com.ua/',6,0),
(10,'КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради','http://www.oblvoda.zp.ua/',7,0),
(11,'КП «Облводоканал» Запорізької міської ради','http://www.vodokanal.zp.ua/',7,0),
(12,'КП «Івано-Франківськводоканал»','http://www.vodokanal.if.ua/',8,0),
(13,'ПАТ «АК «Київводоканал»','http://www.vodokanal.kiev.ua/',9,0),
(14,'КП Білоцерківської міської ради «Білоцерківводоканал»','http://www.klv.lg.ua/',9,0),
(15,'ТОВ «Луганськвода»','http://www.klv.lg.ua/',11,0),
```

(16,'КП «Кременчукводоканал»',<http://www.kpkvk.org.ua/>,15,0),
 (17,'КП «Здолбунівводоканал»',<http://www.vodokanalzd.com.ua/>,16,0),
 (18,'КП «Тернопільводоканал»',<http://www.vodokanal.te.ua/>,18,0),
 (19,'КП «Харківводоканал»',<http://www.kpvoda.kharkov.ua/>,19,0),
 (20,'МКП «Виробниче управління ВКГ м. Херсона»',<http://water.kherson.ua/>,20,0),
 (21,'МКП «Хмельницькводоканал»',<http://water.km.ua/>,21,0),
 (22,'КП «Черкасиводоканал» Черкаської міської ради',<http://vodokanal.ck.ua/>,22,0),
 (23,'КП «Чернівціводоканал»',<https://vodokanal.cv.ua/>,23,0),
 (24,'КП «Чернігівводоканал»',<http://abvdk.cn.ua/cp2cmsa/w/pub/>,24,0),
 (25,'МКП <Золочівводоканал>',<http://zlvoda.ucoz.ua/>,12,0),
 (26,'ЛМКП <Львівводоканал>',<http://lvivvodokanal.com.ua/>,12,0),
 (27,'КП <Полтавводоканал>',<http://www.vodokanal.poltava.ua/>,15,0),
 (28,'КП <Міськводоканал> Сумської міської ради',<http://vodokanal.sumy.ua/>,17,0),
 (29,'ООО "АНТРИС"',<http://www.antris.com.ua/>,9,1),
 (30,'ООО "СИСТЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ"',www.cws.kiev.ua/,9,1),
 (31,'АкваСпецСервис',<http://aquasps.kiev.ua/>,9,1),
 (32,'Компания "WaterHome"',<http://waterhome.com.ua/>,9,1),
 (33,'ООО "Вотершоп Киев Юэй"',<http://watershop.kiev.ua/>,9,1),
 (34,'Компания "Фильтровой"',<http://www.filtrovoi.com/>,7,1),
 (35,'ООО "Студия воды Тритон"',<http://triton.dp.ua/>,3,1),
 (36,'«Аква +» (СПД Погребняк В.В.)',<http://акваплюс.укр/>,3,1),
 (37,'
 Сервис-центр «Планета H2O»',<http://planetah2o.com.ua/>,15,1),
 (38,'ООО ПКФ «Экотех»',<http://eco-tech.od.ua/>,14,1),
 (39,'ЧП "СантехМрия"',<http://water-house.com.ua/>,22,1),
 (40,'ООО "ВФС-Запад"',<http://www.aquaexpert.com.ua/>,12,1),
 (41,'ЧП "Акватерритория - Волянь" (СВЦ "Анализ Воды")',<http://www.analizvody.com/>,2,1);
 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `district` (
 `ID` INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
 `Name` TEXT NOT NULL
);
 INSERT INTO `district` (ID,Name) VALUES (1,'Вінницька область'),
 (2,'Волинська область'),
 (3,'Дніпропетровська область'),
 (4,'Донецька область'),
 (5,'Житомирська область'),
 (6,'Закарпатська область'),
 (7,'Запорізька область'),
 (8,'Івано-Франківська область'),
 (9,'Київська область'),
 (10,'Кіровоградська область'),
 (11,'Луганська область'),
 (12,'Львівська область'),
 (13,'Миколаївська область'),
 (14,'Одеська область'),
 (15,'Полтавська область'),
 (16,'Рівненська область'),
 (17,'Сумська область'),
 (18,'Тернопільська область'),
 (19,'Харківська область'),
 (20,'Херсонська область'),
 (21,'Хмельницька область'),
 (22,'Черкаська область'),
 (23,'Чернівецька область'),
 (24,'Чернігівська область');

```
CREATE VIEW districts_view AS
SELECT d.ID AS district_id,
       m.ID AS manufacture_id,
       m.MakesQualityAnalysis as makes_quality_analysis,
       w.ID AS water_object_id,
       d.Name AS district_name,
       m.Name as manufacture_name,
       m.WebSite as manufacture_website,
       w.Name AS water_object_name
FROM district AS d
     INNER JOIN manufacture AS m ON d.ID = m.DistrictID
     LEFT JOIN water_object AS w ON d.ID = w.DistrictID;
COMMIT;
```

ДОДАТОК Г

Лістинг бази water_objects.db

```
BEGIN TRANSACTION;
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_objects` (
  `id`      integer PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  `name`    text NOT NULL
);
INSERT INTO `water_objects` (id,name) VALUES (1,'13316. р. Тетерів-сmt Іванків (1 км нижче селища)'),
(2,'13319. р. Ірпінь-сmt Гостомель (0.6 км вище селища)'),
(3,'13320. р. Унава-м. Фастів (1 км вище міста)'),
(4,'13320. р. Унава-м. Фастів (1 км нижче міста)'),
(5,'13329. р. Трубіж-мт Баришівка (1 км вище селища)'),
(6,'13329. р. Трубіж-сmt Баришівка (0.9 км нижче селища)'),
(7,'13330. р. Трубіж- м.Переяслав-Хмельницький (0.5 км вище міста)'),
(8,'13330. р. Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький (1 км нижче міста)'),
(9,'13331. р. Недра-м. Березань (1 км нижче міста)'),
(10,'13333. р. Рось-'),
(11,'м. Біла Церква (9 км вище міста)'),
(12,'13333. р. Рось-м. Біла Церква (9 км вище міста)'),
(13,'13333. р. Рось-'),
(14,'м. Біла Церква (3 км нижче міста)'),
(15,'13334. р. Рось-м. Біла Церква (3 км нижче міста)'),
(16,'13334. р. Рось-м. Богуслав (0.5 км нижче міста)'),
(17,'13369. р. Десна-с. Літки (0.5 км нижче с. Літки)'),
(18,'13301. вдсх Канівське-м. Київ (1.5 км вище міста)'),
(19,'13301. вдсх Канівське-м. Київ (у межах міста)'),
(20,'13301. вдсх Канівське-м. Київ (6 км нижче міста)'),
(21,'13680. вдсх Київське- м.Чорнобиль (1 км вище міста)'),
(22,'13680. вдсх Київське- м.Чорнобиль (1 км нижче міста)'),
(23,'13680. вдсх Київське- м.Чорнобиль (3.5 км нижче міста)'),
(24,'13681. вдсх Київське- с.Страхолісся (Зелений Мис) (у межах села)'),
(25,'13682. вдсх Київське-с. Нові Петрівці (0.5 км нижче села)'),
(26,'13683. вдсх Канівське- м.Українка (у межах міста)'),
(27,'13683. вдсх Канівське- м.Українка (4 км нижче міста)'),
(28,'13684. вдсх Канівське- м.Ржищів (1 км вище міста)'),
(29,'13684. вдсх Канівське-м. Ржищів (у межах міста)'),
(30,'50 м вище місця випуску кар'єрної води з ВП «Крюківський кар'єр» філії «ЦУП» ПАТ «Укрзалізниця»),
(31,'500 м нижче місця випуску кар'єрної води з ВП «Крюківський кар'єр» філії «ЦУП» ПАТ «Укрзалізниця»),
(32,'500 м вище місця випуску кар'єрної води з ВП «Редутський кар'єр» філії «ЦУП» ПАТ «Укрзалізниця»),
(33,'500 м нижче місця випуску кар'єрної води з ВП «Редутський кар'єр» філії «ЦУП» ПАТ «Укрзалізниця»),
(34,'500 м вище місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Діорит»),
(35,'500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Діорит»),
(36,'500 м вище місця скиду промзливових стічних вод о/с філії Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго»),
(37,'500 м вище місця скиду промзливових стічних вод о/с філії Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго»),
(38,'500 м вище місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Гадячсир»),
(39,'500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Гадячсир»),
(40,'500 м вище місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Риївський гранітний кар'єр»),
```

(41,'500 м нижче місця випуску кар'єрної води з ПАТ «Рижівський гранітний кар'єр»'),
 (42,'500 м вище місця випуску зворотних вод з о/с Дільниці каналізаційного господарства смт. Котельва КП ПОР «Полтававодоканал»'),
 (43,'500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с Дільниці каналізаційного господарства смт. Котельва КП ПОР «Полтававодоканал»'),
 (44,'500 м вище місця випуску зворотних вод із Пирятинських госпрозрахункових очисних споруд'),
 (45,'500 м нижче місця випуску зворотних вод із Пирятинських госпрозрахункових очисних споруд'),
 (46,'500 м вище місця випуску із о/с ОКВПВКГ «Миргородводоканал» (дільниця з експлуатації каналізаційного господарства смт. Велика Багачка)'),
 (47,'500 м нижче місця випуску із о/с ОКВПВКГ «Миргородводоканал» (дільниця з експлуатації каналізаційного господарства смт. Велика Багачка)'),
 (48,'500 м вище місця випуску зворотних вод із о/с ОКВПВКГ «Миргородводоканал»'),
 (49,'500 м нижче місця випуску зворотних вод із о/с ОКВПВКГ «Миргородводоканал»'),
 (50,'500 м вище місця випуску зворотних вод з о/с Машівської дільниці водопровідно-каналізаційного господарства КП ПОР «Полтававодоканал»'),
 (51,'500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с Машівської дільниці водопровідно-каналізаційного господарства КП ПОР «Полтававодоканал»'),
 (52,'500 м вище місця випуску зворотних вод з о/с ЖКП с. Петрівка-Роменська'),
 (53,'500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ЖКП с. Петрівка-Роменська'),
 (54,'500 м вище місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Оржицький молокозавод»'),
 (55,'500 м нижче місця випуску зворотних вод з о/с ТОВ «Оржицький молокозавод»'),
 (56,'Кордон Кобеляцького району Полтавської області з Дніпропетровською областю'),
 (57,'Кордон Новосанжарського району Полтавської області з Дніпропетровською областю'),
 (58,'test');

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_object_recreation_standarts` (
  `indicator_name_id`      integer,
  `value_from`             numeric NOT NULL DEFAULT 0,
  `value_to`               numeric,
  FOREIGN KEY(`indicator_name_id`) REFERENCES `water_object_indicator_names`(`id`)
);
INSERT INTO `water_object_recreation_standarts` (indicator_name_id,value_from,value_to) VALUES
(1,0,0.75),
(2,4,NULL),
(3,0,350),
(4,0,500),
(6,0,6),
(7,0,2),
(8,0,1),
(9,0,10.15),
(10,0,1.14),
(11,0,0.3),
(12,0,1),
(13,0,1),
(15,0,0.3);
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_object_indicators` (
  `id`      integer PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  `water_object_id`      integer,
  `update_time`          timestamp DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `indicator_name_id`     integer,
  `value`                numeric,
  FOREIGN KEY(`indicator_name_id`) REFERENCES `water_object_indicator_names`(`id`),
  FOREIGN KEY(`water_object_id`) REFERENCES `water_objects`(`id`)
);
```

```

INSERT INTO `water_object_indicators` (id,water_object_id,update_time,indicator_name_id,value)
VALUES (1,1,'2018-02-18 23:18:39',1,17.54),
(2,1,'2018-02-18 23:18:39',2,8.96),
(3,1,'2018-02-18 23:18:39',3,36.82),
(4,1,'2018-02-18 23:18:39',4,17.13),
(5,1,'2018-02-18 23:18:39',5,33.32),
(6,1,'2018-02-18 23:18:39',6,2.09),
(7,1,'2018-02-18 23:18:39',7,0.38),
(8,1,'2018-02-18 23:18:39',8,0.02),
(9,1,'2018-02-18 23:18:39',9,0.14),
(10,1,'2018-02-18 23:18:39',10,0.1),
(11,1,'2018-02-18 23:18:39',11,0),
(12,1,'2018-02-18 23:18:39',12,0),
(13,1,'2018-02-18 23:18:39',13,0),
(14,1,'2018-02-18 23:18:39',14,0),
(15,1,'2018-02-18 23:18:39',15,0.01),
(16,2,'2018-02-18 23:18:39',1,9.14),
(17,2,'2018-02-18 23:18:39',2,8.32),
(18,2,'2018-02-18 23:18:39',3,47.86),
(19,2,'2018-02-18 23:18:39',4,36.27),
(20,2,'2018-02-18 23:18:39',5,47.67),
(21,2,'2018-02-18 23:18:39',6,2.29),
(22,2,'2018-02-18 23:18:39',7,0.51),
(23,2,'2018-02-18 23:18:39',8,0.03),
(24,2,'2018-02-18 23:18:39',9,0.28),
(25,2,'2018-02-18 23:18:39',10,0.15),
(26,2,'2018-02-18 23:18:39',11,0.204),
(27,2,'2018-02-18 23:18:39',12,0.001),
(28,2,'2018-02-18 23:18:39',13,0.028),
(29,2,'2018-02-18 23:18:39',14,0.076),
(30,2,'2018-02-18 23:18:39',15,0.018),
(31,3,'2018-02-18 23:18:39',1,18.4),
(32,3,'2018-02-18 23:18:39',2,9.2),
(33,3,'2018-02-18 23:18:39',3,38.43),
(34,3,'2018-02-18 23:18:39',4,25.9),
(35,3,'2018-02-18 23:18:39',5,60),
(855,57,'2018-02-18 23:18:39',15,0),
(856,58,'2018-05-05 12:52:57',17,13.9899997711182);
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_object_indicator_names` (
  `id` integer PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  `name` text NOT NULL
);
INSERT INTO `water_object_indicator_names` (id,name) VALUES (1,'Завислі речовини, мг/дм3'),
(2,'Кисень, мгO2/ дм3'),
(3,'Хлориди, мг/дм3'),
(4,'Сульфати, мг/дм3'),
(5,'Біхром. окисл., мгO2/дм3'),
(6,'БСК5, мгO2/ дм3'),
(7,'Азот амонійний, мгN/дм3'),
(8,'Азот нітритний, мг N/дм3'),
(9,'Азот нітратний, мгN/дм3'),
(10,'Фосфати, мгР/дм3'),
(11,'Залізо загальне, мг/дм3'),
(12,'Мідь, мг/дм3'),
(13,'Цинк, мг/дм3'),

```



```

(14,'Манган, мг/дм3'),
(15,'Нафтопродукти, мг/дм3'),
(16,'test_indicator'),
(17,'test_ind');
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_object_fish_standarts` (
  `indicator_name_id`      integer,
  `value_from`             numeric NOT NULL DEFAULT 0,
  `value_to`               numeric,
  FOREIGN KEY(`indicator_name_id`) REFERENCES `water_object_indicator_names`(`id`)
);
INSERT INTO `water_object_fish_standarts` (indicator_name_id,value_from,value_to) VALUES
(1,0,20),
(2,6,NULL),
(3,0,250),
(4,0,250),
(5,0,2),
(6,0,2),
(7,0,0.39),
(8,0,0.02),
(9,0,9.1),
(10,0,0.2),
(11,0,0.005),
(12,0,0.001),
(13,0,0.01),
(14,0,0.01),
(15,0,0.05);
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `water_object_drinking_standarts` (
  `indicator_name_id`      integer,
  `value_from`             numeric NOT NULL DEFAULT 0,
  `value_to`               numeric,
  FOREIGN KEY(`indicator_name_id`) REFERENCES `water_object_indicator_names`(`id`)
);
INSERT INTO `water_object_drinking_standarts` (indicator_name_id,value_from,value_to) VALUES
(1,0,0.25),
(2,4,NULL),
(3,0,250),
(4,0,250),
(5,0,15),
(6,0,4),
(7,0,0.5),
(8,0,0.5),
(9,0,50),
(11,0,0.2),
(12,0,1),
(13,0,1),
(14,0,0.005),
(15,0,0.1),
(17,13,NULL);
CREATE VIEW water_objects_view AS
SELECT
  wo.id as id,
  wo.name as name,
  wo_id.update_time as update_time,
  wo_id_names.name as indicator_name,
  wo_id.value as indicator_value,

```

```

CASE
    WHEN wo_dr_std.value_from = NULL AND wo_dr_std.value_to = NULL THEN
NULL
        WHEN wo_dr_std.value_from = 0 THEN wo_id.value < wo_dr_std.value_to
        WHEN wo_dr_std.value_to IS NULL THEN wo_id.value > wo_dr_std.value_from
END AS accepts_drinking_standarts,
CASE
    WHEN wo_fs_std.value_from = NULL AND wo_fs_std.value_to = NULL THEN
NULL
        WHEN wo_fs_std.value_from = 0 THEN wo_id.value < wo_fs_std.value_to
        WHEN wo_fs_std.value_to IS NULL THEN wo_id.value > wo_fs_std.value_from
END AS accepts_fishing_standarts,
CASE
    WHEN wo_rc_std.value_from = NULL AND wo_rc_std.value_to = NULL THEN
NULL
        WHEN wo_rc_std.value_from = 0 THEN wo_id.value < wo_rc_std.value_to
        WHEN wo_rc_std.value_to IS NULL THEN wo_id.value > wo_rc_std.value_from
END AS accepts_recreation_standarts
FROM Water_objects AS wo
INNER JOIN water_object_indicators AS wo_id ON wo.id = wo_id.water_object_id
INNER JOIN water_object_indicator_names AS wo_id_names ON wo_id.indicator_name_id =
wo_id_names.id
LEFT JOIN water_object_drinking_standarts AS wo_dr_std ON wo_id_names.id =
wo_dr_std.indicator_name_id
LEFT JOIN water_object_fish_standarts AS wo_fs_std ON wo_id_names.id =
wo_fs_std.indicator_name_id
LEFT JOIN water_object_recreation_standarts AS wo_rc_std ON wo_id_names.id =
wo_rc_std.indicator_name_id;
COMMIT;

```

ДОДАТОК Д

Лістинг коду програми WaterObjects

```

<Window x:Class="WaterObjects.MainWindow"
    xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
    xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
    xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/expression/blend/2008"
    xmlns:mc="http://schemas.openxmlformats.org/markup-compatibility/2006"
    xmlns:oxy="clr-namespace:OxyPlot.Wpf;assembly=OxyPlot.Wpf"
    xmlns:WaterObjects="clr-namespace:WaterObjects"
    mc:Ignorable="d"
    Title="Розподілена система моніторингу якості водних об'єктів" Height="500" Width="800"
    WindowStartupLocation="CenterScreen">
    <Window.DataContext>
        <WaterObjects.MainViewModel />
    </Window.DataContext>

    <Window.InputBindings>
        <KeyBinding Modifiers="Ctrl" Key="S" Command=""/>
    </Window.InputBindings>

    <Grid>
        <Grid.RowDefinitions>
            <RowDefinition Height="auto"></RowDefinition>
            <RowDefinition></RowDefinition>
        </Grid.RowDefinitions>
        <Menu Grid.Row="0">
            <MenuItem Header="Файл">
                <MenuItem Header="Зберегти аналіз у файл Word (Ctrl + S)"></MenuItem>
                <MenuItem Header="Інформація про програму"></MenuItem>
                <Separator></Separator>
                <MenuItem Header="Вихід"></MenuItem>
            </MenuItem>
        </Menu>
        <TabControl Grid.Row="1">
            <TabItem>
                <TabItem.Header>
                    <StackPanel Orientation="Horizontal">
                        <TextBlock Margin="3">Титульний лист</TextBlock>
                    </StackPanel>
                </TabItem.Header>
                <TabItem.Content>
                    <Grid Margin="0,30,0,0">
                        <Grid.RowDefinitions>
                            <RowDefinition Height="0.25*" />
                            <RowDefinition Height="0.25*" />
                            <RowDefinition Height="0.25*" />
                            <RowDefinition Height="0.25*" />
                            <RowDefinition Height="2*" />
                            <RowDefinition Height="1*" />
                        </Grid.RowDefinitions>

                        <Grid.ColumnDefinitions>
                            <ColumnDefinition Width="1.5*" />
                            <ColumnDefinition Width="0.75*" />

```

```

</Grid.ColumnDefinitions>

        <TextBlock FontStyle="Italic" Grid.ColumnSpan="2" FontSize="16" MaxWidth="600"
VerticalAlignment="Center" HorizontalAlignment="Center" Grid.Row="0" TextWrapping="Wrap">
            Національний технічний університет України
        </TextBlock>
        <TextBlock FontStyle="Italic" Grid.ColumnSpan="2" FontSize="16" MaxWidth="600"
VerticalAlignment="Center" HorizontalAlignment="Center" Grid.Row="1" TextWrapping="Wrap">
            "Київський політехнічний інститут ім. Сікорського"
        </TextBlock>
        <TextBlock FontStyle="Italic" Grid.ColumnSpan="2" FontSize="16" MaxWidth="600"
VerticalAlignment="Center" HorizontalAlignment="Center" Grid.Row="2" TextWrapping="Wrap">
            Хіміко-технологічний факультет
        </TextBlock>
        <TextBlock FontStyle="Italic" Grid.ColumnSpan="2" FontSize="16" MaxWidth="600"
VerticalAlignment="Center" HorizontalAlignment="Center" Grid.Row="3" TextWrapping="Wrap">
            Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів
        </TextBlock>
        <TextBlock FontStyle="Italic" Grid.ColumnSpan="2" FontSize="18" FontWeight="Bold"
VerticalAlignment="Center" HorizontalAlignment="Center" Grid.Row="4" TextWrapping="Wrap">
            Тема: Розподілена система моніторингу та керування якістю
            водних об'єктів
        </TextBlock>

        <StackPanel Margin="10" Grid.Row="5" Grid.Column="1" Orientation="Vertical"
DockPanel.Dock="Bottom">
            <TextBlock TextAlignment="Right" TextWrapping="Wrap">
                Розробила: студентка гр. ХА-61М
            </TextBlock>
            <TextBlock TextAlignment="Right" TextWrapping="Wrap">
                Краєва Катерина Олександрівна
            </TextBlock>
            <TextBlock TextAlignment="Right" TextWrapping="Wrap">
                Науковий керівник:
            </TextBlock>
            <TextBlock TextAlignment="Right" TextWrapping="Wrap">
                к.т.н. доцент Сангінова Ольга Вікторівна
            </TextBlock>
        </StackPanel>
    </Grid>
</TabItem.Content>
</TabItem>
<TabItem>
    <TabItem.Header>
        <StackPanel Orientation="Horizontal">
            <TextBlock Margin="3">Данні</TextBlock>
        </StackPanel>
    </TabItem.Header>
    <TabItem.Content>
        <Grid>
            <Grid.RowDefinitions>
                <RowDefinition Height="2*"/>
                <RowDefinition Height="2*"/>
                <RowDefinition Height="1*"/>
            </Grid.RowDefinitions>

```

```

        <TextBlock Grid.Row="0" HorizontalAlignment="Center" VerticalAlignment="Center"
Name="LoadingBlock" Text="Завантажуються данні про показники водних об'єктів з бази даних" />
        <DataGrid IsReadOnly="True" Grid.Row="0" Grid.RowSpan="2" ColumnWidth="*"
Visibility="Collapsed" HorizontalAlignment="Stretch" VerticalScrollBarVisibility="Visible"
HorizontalScrollBarVisibility="Disabled" AutoGenerateColumns="False" CanUserResizeRows="True"
CanUserAddRows="False" CanUserDeleteRows="False" Loaded="DataGrid_Loaded" Name="Grid">
            <DataGrid.Columns>
                <DataGridTextColumn Header="Ім'я водного об'єкта" Binding="{Binding
Name}" />
                <DataGridTextColumn Header="Час запису" Binding="{Binding UpdateTime}" />
                <DataGridTextColumn Header="Ім'я показника" Binding="{Binding
IndicatorName}" />
                <DataGridTextColumn Header="Значення показника" Binding="{Binding
IndicatorValue}" />
            </DataGrid.Columns>
        </DataGrid>
        <StackPanel Grid.Row="2" Orientation="Horizontal">
            <Button Margin="15" Padding="5,2" Name="AddNewWo"
Click="AddNewWo_Click">
                Додати водний об'єкт
            </Button>
            <Button Margin="15" Padding="5,2" Name="AddNewWoi"
Click="AddNewWoi_Click">
                Додати показник водного об'єкту
            </Button>
            <Button Margin="15" Padding="5,2" Name="AddNewStandart"
Click="AddNewStandart_Click">
                Додати новий стандарт
            </Button>
        </StackPanel>
    </Grid>
</TabItem.Content>
</TabItem>
<TabItem>
    <TabItem.Header>
        <StackPanel Orientation="Horizontal">
            <TextBlock Margin="3">Аналіз</TextBlock>
        </StackPanel>
    </TabItem.Header>
    <TabItem.Content>
        <Grid>
            <Grid.ColumnDefinitions>
                <ColumnDefinition />
                <ColumnDefinition />
            </Grid.ColumnDefinitions>

            <Grid.RowDefinitions>
                <RowDefinition Height="0.4*" />
                <RowDefinition Height="0.2*" />
                <RowDefinition Height="2*" />
            </Grid.RowDefinitions>

```

```

        <ComboBox SelectionChanged="WaterObjectsCombo_SelectionChanged" Padding="5,2"
Margin="20" Grid.Row="0" Grid.Column="0" Name="WaterObjectsCombo"
Loaded="WaterObjectsCombo_Loaded">
        </ComboBox>
        <ComboBox SelectedIndex="0" SelectionChanged="StandartsCombo_SelectionChanged"
Padding="5,2" Margin="20" Grid.Row="0" Grid.Column="1" Name="StandartsCombo">
        <TextBlock>Питна вода</TextBlock>
        <TextBlock>Рибгосп</TextBlock>
        <TextBlock>Рекреаційна вода</TextBlock>
        </ComboBox>

        <StackPanel Grid.Row="1" Grid.ColumnSpan="2" Orientation="Horizontal">
        <Rectangle Width="20" Height="100" Fill="Red" Margin="20,0,5,10"></Rectangle>
        <TextBlock Text="не відповідає нормам"></TextBlock>
        <Rectangle Width="20" Height="100" Fill="Green" Margin="20,0,5,10"></Rectangle>
        <TextBlock Text="відповідає нормам"></TextBlock>
        <Rectangle Width="20" Height="100" Fill="Yellow" Margin="20,0,5,10"></Rectangle>
        <TextBlock Text="стандарт не визначений"></TextBlock>
        </StackPanel>

        <TextBlock Grid.ColumnSpan="2" Grid.Row="2" HorizontalAlignment="Center"
VerticalAlignment="Center" Name="LoadingAnalyzeBlock" Text="Аналізуються данні про показники
водних об'єктів з бази даних" />
        <DataGrid Grid.ColumnSpan="2" IsReadOnly="True" Grid.Row="2" ColumnWidth="*"
Visibility="Collapsed" HorizontalAlignment="Stretch" VerticalScrollBarVisibility="Visible"
HorizontalScrollBarVisibility="Disabled" AutoGenerateColumns="False" CanUserResizeRows="True"
CanUserAddRows="False" CanUserDeleteRows="False" Name="AnalyzeGrid"
Loaded="AnalyzeGrid_Loaded"
        LoadingRow="AnalyzeGrid>LoadingRow">
        <DataGrid.Columns>
        <DataGridTextColumn Header="Ім'я водного об'єкта" Binding="{Binding
Name}" />
        <DataGridTextColumn Header="Ім'я показника" Binding="{Binding
IndicatorName}" />
        <DataGridTextColumn Header="Значення показника" Binding="{Binding
IndicatorValue}" />
        <DataGridTextColumn Header="Час запису" Binding="{Binding UpdateTime}" />
        </DataGrid.Columns>
        </DataGrid>
        </Grid>
    </TabItem.Content>
</TabItem>
<TabItem>
    <TabItem.Header>
        <StackPanel Orientation="Horizontal">
        <TextBlock Margin="3">Водні послуги</TextBlock>
        </StackPanel>
    </TabItem.Header>
    <TabItem.Content>
        <Grid>
        <Grid.ColumnDefinitions>
        <ColumnDefinition />
        <ColumnDefinition />
        </Grid.ColumnDefinitions>

```

```

<Grid.RowDefinitions>
  <RowDefinition Height="0.25*"/>
  <RowDefinition Height="0.25*"/>
  <RowDefinition Height="1*"/>
</Grid.RowDefinitions>

  <TextBlock TextWrapping="Wrap" Grid.Row="0" Padding="10,10,0,0" FontSize="12"
Grid.Column="0" Grid.RowSpan="2">
  Водні послуги - усі послуги, що надаються для домашніх господарств,
громадських інституцій, або
  для будь-якої господарської діяльності : <LineBreak/>
  - забирання води з поверхневих, або підземних водних об'єктів, її накопичення
  , зберігання, обробка та розподіл; <LineBreak/>
  - збирання і обробка стічної води, яку потім скидають у поверхневі води
</TextBlock>

  <ComboBox SelectionChanged="DistrictCombo_SelectionChanged" Padding="5,2"
Margin="20" Grid.Row="0" Grid.Column="1" Name="DistrictCombo" Loaded="DistrictCombo_Loaded">
</ComboBox>
  <ComboBox IsEnabled="False" SelectionChanged="ObjectsCombo_SelectionChanged"
Padding="5,2" Margin="20" Grid.Row="1" Grid.Column="1" Name="ObjectsCombo"
Loaded="ObjectsCombo_Loaded">
</ComboBox>

  <DataGrid Margin="10" IsReadOnly="True" Grid.Column="1" Grid.Row="2"
ColumnWidth="*" HorizontalAlignment="Stretch" VerticalScrollBarVisibility="Visible"
HorizontalScrollBarVisibility="Disabled" AutoGenerateColumns="False" CanUserResizeRows="True"
CanUserAddRows="False" CanUserDeleteRows="False" Name="ManufacturesGrid"
Loaded="ManufacturesGrid_Loaded">
    <DataGrid.Columns>
      <DataGridTextColumn Header="Ім'я підприємства" Binding="{Binding
ManufactureName}"/>
      <DataGridTextColumn Header="Веб-сайт підприємства" Binding="{Binding
ManufactureWebSite}"/>
    </DataGrid.Columns>
  </DataGrid>

  <DataGrid Margin="10" IsReadOnly="True" Grid.Row="2" ColumnWidth="*"
HorizontalAlignment="Stretch" VerticalScrollBarVisibility="Visible"
HorizontalScrollBarVisibility="Disabled" AutoGenerateColumns="False" CanUserResizeRows="True"
CanUserAddRows="False" CanUserDeleteRows="False" Name="ManufacturesWithAnalysisGrid">
    <DataGrid.Columns>
      <DataGridTextColumn Header="Ім'я підприємства" Binding="{Binding
ManufactureName}"/>
      <DataGridTextColumn Header="Веб-сайт підприємства" Binding="{Binding
ManufactureWebSite}"/>
    </DataGrid.Columns>
  </DataGrid>
</Grid>
</TabItem.Content>
</TabItem>
<TabItem>
  <TabItem.Header>
    <StackPanel Orientation="Horizontal">
      <TextBlock Margin="3">Прогнозування</TextBlock>
    </StackPanel>

```

```

</TabItem.Header>
<TabItem.Content>

    <Grid>
        <Grid.ColumnDefinitions>
            <ColumnDefinition Width="1*"/>
            <ColumnDefinition Width="1*"/>
        </Grid.ColumnDefinitions>
        <Grid.RowDefinitions>
            <RowDefinition Height="0.2*"/>
            <RowDefinition Height="1.75*"/>
        </Grid.RowDefinitions>

        <StackPanel      Margin="10,4,4,4"      Orientation="Horizontal"      Grid.Row="0"
Grid.ColumnSpan="2">
            <TextBlock Margin="10">Кількість діб</TextBlock>
            <TextBox Width="80" Margin="5"></TextBox>
            <Button Margin="5">Розрахувати</Button>
        </StackPanel>

        <oxy:PlotView Grid.Row="1" Grid.ColumnSpan="2" Model="{ Binding Model}" />
    </Grid>
</TabItem.Content>
</TabItem>
</TabControl>
</Grid>
</Window>
using LinqToDB;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Threading;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Controls.Primitives;
using System.Windows.Media;
using WaterObjects.DataAccess;
using WaterObjects.DataAccess.Models;

namespace WaterObjects
{
    public partial class MainWindow : Window
    {
        private static StandartType[] Standarts = new[]
        { StandartType.Drinking, StandartType.Fish, StandartType.Recreation };

        public MainWindow()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void DataGrid_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
        {
            if (Grid.ItemsSource == null)

```



```

    {
        UpdateGrid();
    }
}

private void UpdateGrid()
{
    var grid = Grid;

    var context = SynchronizationContext.Current;

    Task.Run(async () =>
    {
        WaterObjectViewItem[] data;

        using (var db = new DataAccess.DbContext())
        {
            data = await db.WaterObjectView.ToArrayAsync();
        }

        context.Post(_ =>
        {
            LoadingBlock.Visibility = Visibility.Collapsed;
            grid.ItemsSource = data;
            grid.Visibility = Visibility.Visible;
        }, null);
    });
}

private void AddNewWo_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var window = new AddNewWaterObjectWindow();

    window.ShowDialog();

    UpdateGrid();
}

private void AddNewWoi_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var window = new AddNewWaterObjectIndicator();

    window.ShowDialog();

    UpdateGrid();
}

private void AddNewStandart_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var window = new AddNewStandartWindow();

    window.ShowDialog();
}

private void AnalyzeGrid_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)

```

```

{
    if (AnalyzeGrid.ItemsSource == null)
    {
        UpdateAnalyzeGrid();
    }
}

private void UpdateAnalyzeGrid(StandartType? type = null, string waterObjectName = null)
{
    var grid = AnalyzeGrid;

    var context = SynchronizationContext.Current;

    Task.Run(async () =>
    {
        WaterObjectViewItem[] data;

        using (var db = new DbContext())
        {
            IQueryable<WaterObjectViewItem> queryable = db.WaterObjectView;

            if (waterObjectName != null)
            {
                queryable = queryable.Where(i => i.Name == waterObjectName)
                    .OrderByDescending(i => i.UpdateTime);
            }

            data = await queryable.ToArrayAsync();
        }

        context.Post(_ =>
        {
            LoadingAnalyzeBlock.Visibility = Visibility.Collapsed;
            grid.ItemsSource = data;
            grid.Visibility = Visibility.Visible;
        }, null);
    });
}

private void WaterObjectsCombo_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var comboBox = sender as ComboBox;

    if (comboBox.ItemsSource == null)
    {
        var context = SynchronizationContext.Current;

        Task.Run(async () =>
        {
            List<WaterObject> data = new List<WaterObject>
            {
                new WaterObject
                {
                    Id = -1,
                    Name = "Всі водні об'єкти"
                }
            }
        })
    }
}

```

```

        }
    };

    using (var db = new DbContext())
    {
        var objects = await db.WaterObjects.OrderBy(i => i.Name)
            .ToListAsync();

        data.AddRange(objects);
    }

    context.Post(_ =>
    {
        comboBox.DisplayMemberPath = "Name";
        comboBox.ItemsSource = data;
        comboBox.SelectedIndex = 0;
    }, null);
});
}
}

private void WaterObjectsCombo_SelectionChanged(object sender, SelectionChangedEventArgs e)
{
    var selected = (WaterObjectsCombo.SelectedItem as WaterObject);

    if (selected?.Id == -1 || selected?.Id == null)
    {
        UpdateAnalyzeGrid();
    }
    else
    {
        UpdateAnalyzeGrid(waterObjectName: selected.Name);
    }
}

private void AnalyzeGrid_LoadingRow(object sender, DataGridRowEventArgs e)
{
    var standartType = Standarts[StandartsCombo.SelectedIndex];

    var color = Brushes.Transparent;
    var item = e.Row.Item as WaterObjectViewItem;

    if (standartType == StandartType.Drinking)
    {
        if (item.IsDrinkingStandart == null)
        {
            color = Brushes.Yellow;
        }
        else
        {
            color = ((bool)item.IsDrinkingStandart) ? Brushes.Green : Brushes.Red;
        }
    }
}

if (standartType == StandartType.Fish)

```

```

    {
        if (item.IsFishingStandart == null)
        {
            color = Brushes.Yellow;
        }
        else
        {
            color = ((bool)item.IsFishingStandart) ? Brushes.Green : Brushes.Red;
        }
    }

    if (standartType == StandartType.Recreation)
    {
        if (item.IsRecreationStandart == null)
        {
            color = Brushes.Yellow;
        }
        else
        {
            color = ((bool)item.IsRecreationStandart) ? Brushes.Green : Brushes.Red;
        }
    }

    e.Row.Background = color;
}

private void StandartsCombo_SelectionChanged(object sender, SelectionChangedEventArgs e)
{
    AnalyzeGrid?.Items?.Refresh();
}

private void DistrictCombo_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var comboBox = sender as ComboBox;

    if (comboBox.ItemsSource == null)
    {
        var syncContext = SynchronizationContext.Current;

        Task.Run(async () =>
        {
            List<DistrictsViewModel> data = new List<DistrictsViewModel>
            {
                new DistrictsViewModel
                {
                    DistrictId = -1,
                    DistrictName = "Оберіть регіон"
                }
            };

            using (var db = new DistrictManufactureDbContext())
            {
                var view = await db.View.ToArrayAsync();

                var dbData = view.GroupBy(i => i.DistrictName)

```



```

        .ToArray();

        data.AddRange(dbData);
    }
    else
    {
        var dbData = view
            .Where(i => i.WaterObjectName != null)
            .Where(i => i.DistrictId == districtid)
            .GroupBy(i => i.WaterObjectName)
            .Select(i => i.First())
            .OrderBy(i => i.WaterObjectName)
            .ToArray();
        data.AddRange(dbData);
    }
}

syncContext.Post(_ =>
{
    comboBox.DisplayMemberPath = "WaterObjectName";
    comboBox.ItemsSource = data;
    comboBox.SelectedIndex = 0;
}, null);
});

}

private void ObjectsCombo_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    var comboBox = sender as ComboBox;

    if (comboBox.ItemsSource == null)
    {
        UpdateObjectsCombo(null);
    }
}

private async void ObjectsCombo_SelectionChanged(object sender, SelectionChangedEventArgs e)
{
    DistrictsViewModel[] data;

    var district = DistrictCombo.SelectedValue as DistrictsViewModel;
    var waterObject = ObjectsCombo.SelectedValue as DistrictsViewModel;

    if (waterObject == null || waterObject?.DistrictId == -1)
        return;

    using (var context = new DistrictManufactureDbContext())
    {
        data = await context.View
            .Where(i => i.DistrictId == district.DistrictId)
            .Where(i => i.WaterObjectId == waterObject.WaterObjectId)
            .Where(i => !i.MakesQualityAnalysis)
            .ToArrayAsync();
    }
}

```

```

    }

    DistrictsViewModel[] anotherData;
    using (var dbContext = new DistrictManufactureDbContext())
    {
        anotherData = await dbContext.View
            .Where(i => i.DistrictId == district.DistrictId)
            .Where(i => i.WaterObjectId == waterObject.WaterObjectId)
            .Where(i => i.MakesQualityAnalysis)
            .ToArrayAsync();
    }

    ManufacturesGrid.ItemsSource = data;
    ManufacturesWithAnalysisGrid.ItemsSource = anotherData;
}

private void ManufacturesGrid_Loaded(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    }
}
}

using LinqToDB;
using LinqToDB.Data;
using LinqToDB.DataProvider.SQLite;
using System;
using System.Linq;
using System.Reflection;
using System.Threading.Tasks;
using WaterObjects.DataAccess.Models;

namespace WaterObjects.DataAccess
{
    public class DbContext : DataConnection
    {
        public ITable<WaterObject> WaterObjects => GetTable<WaterObject>();

        private ITable<WaterObjectIndicator> WaterObjectIndicators =>
GetTable<WaterObjectIndicator>();

        private ITable<WaterObjectIndicatorNames> WaterObjectIndicatorNames =>
GetTable<WaterObjectIndicatorNames>();

        private ITable<WaterObjectDrinkingStandart> WaterObjectDrinkingStandarts =>
GetTable<WaterObjectDrinkingStandart>();

        private ITable<WaterObjectFishStandart> WaterObjectFishStandarts =>
GetTable<WaterObjectFishStandart>();

        private ITable<WaterObjectRecreationStandart> WaterObjectRecreationStandarts =>
GetTable<WaterObjectRecreationStandart>();

        public ITable<WaterObjectViewItem> WaterObjectView => GetTable<WaterObjectViewItem>();
    }
}

```

```

public DbContext() : base(new SQLiteDataProvider(),
    $"Data Source=water_objects_new_schema.db") { }

public async Task<WaterObjectIndicator[]> GetIndicatorsAsync(int waterObjectId, DateTime? from
= null, DateTime? to = null)
{
    var query = WaterObjectIndicators.Where(i => i.WaterObjectId == waterObjectId);

    if (from != null && to != null)
    {
        query = query.Where(i => i.UpdateTime >= from && i.UpdateTime <= to);
    }

    return await query.ToArrayAsync();
}

public async Task CreateWaterObject(string name)
{
    await WaterObjects.InsertAsync(() => new WaterObject
    {
        Name = name
    });
}

public async Task CreateIndicator(int waterObjectId, string name, float value)
{
    var indicatorName = await GetOrCreateIndicatorName(name);

    await WaterObjectIndicators.InsertAsync(() => new WaterObjectIndicator
    {
        WaterObjectId = waterObjectId,
        WaterObjectIndicatorNameId = indicatorName.Id,
        Value = value
    });
}

public async Task CreateStandart(string name, StandartType type, float from = 0, float? to = null)
{
    var indicatorName = await GetOrCreateIndicatorName(name);

    if (type == StandartType.Drinking)
        await UpdateDrinkingStandart(indicatorName.Id, name, from, to);

    if (type == StandartType.Fish)
        await UpdateFishingStandart(indicatorName.Id, name, from, to);

    if (type == StandartType.Recreation)
        await UpdateRecreationStandart(indicatorName.Id, name, from, to);
}

private async Task<WaterObjectIndicatorNames> GetOrCreateIndicatorName(string name)
{
    var indicatorName = await WaterObjectIndicatorNames.FirstOrDefaultAsync(b => b.Name ==
name);

```



```

        if (indicatorName == null)
        {
            await WaterObjectIndicatorNames.InsertAsync(() =>
                new WaterObjectIndicatorNames { Name = name });

            indicatorName = await WaterObjectIndicatorNames.FirstAsync(b => b.Name == name);
        }

        return indicatorName;
    }

    private async Task UpdateDrinkingStandart(int indicatorNameId, string name, float from, float? to)
    {
        await WaterObjectDrinkingStandarts.DeleteAsync(i => i.IndicatorNameId == indicatorNameId);
        await WaterObjectDrinkingStandarts.InsertAsync(() => new WaterObjectDrinkingStandart
        {
            IndicatorNameId = indicatorNameId,
            From = from,
            To = to
        });
    }

    private async Task UpdateFishingStandart(int indicatorNameId, string name, float from, float? to)
    {
        await WaterObjectFishStandarts.DeleteAsync(i => i.IndicatorNameId == indicatorNameId);
        await WaterObjectFishStandarts.InsertAsync(() => new WaterObjectFishStandart
        {
            IndicatorNameId = indicatorNameId,
            From = from,
            To = to
        });
    }

    private async Task UpdateRecreationStandart(int indicatorNameId, string name, float from, float? to)
    {
        await WaterObjectDrinkingStandarts.DeleteAsync(i => i.IndicatorNameId == indicatorNameId);
        await WaterObjectDrinkingStandarts.InsertAsync(() => new WaterObjectDrinkingStandart
        {
            IndicatorNameId = indicatorNameId,
            From = from,
            To = to
        });
    }
}

using LinqToDB;
using LinqToDB.Data;
using LinqToDB.DataProvider.SQLite;
using WaterObjects.DataAccess.Models;

namespace WaterObjects.DataAccess
{
    public class DistrictManufactureDbContext : DataConnection
    {
        public ITable<DistrictsViewModel> View => GetTable<DistrictsViewModel>();
    }
}

```

```
public DistrictManufactureDbContext()  
    : base(new SQLiteDataProvider(), "Data Source=districts_manufactures.db") { }  
}  
}
```